

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК ПО СТЕРЕОСНИМКАМ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА

Марков А.Е. ИВТ-360

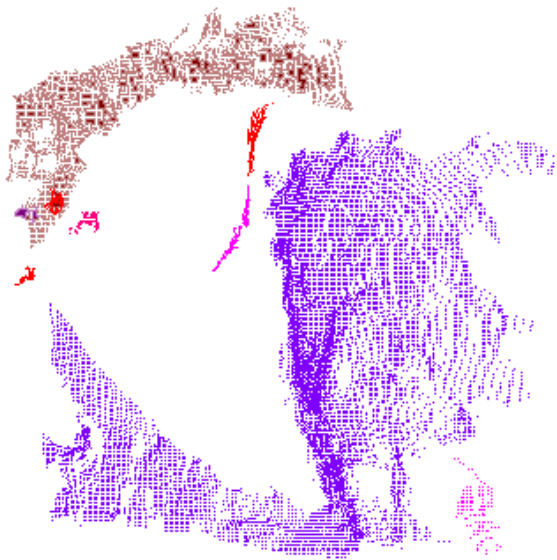
Титов А.К. ИВТ-360

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Проект берет свое начало из летней практики...

ОБЩАЯ ЦЕЛЬ:

Разработать ПО для построения облака точек по стереоснимкам.

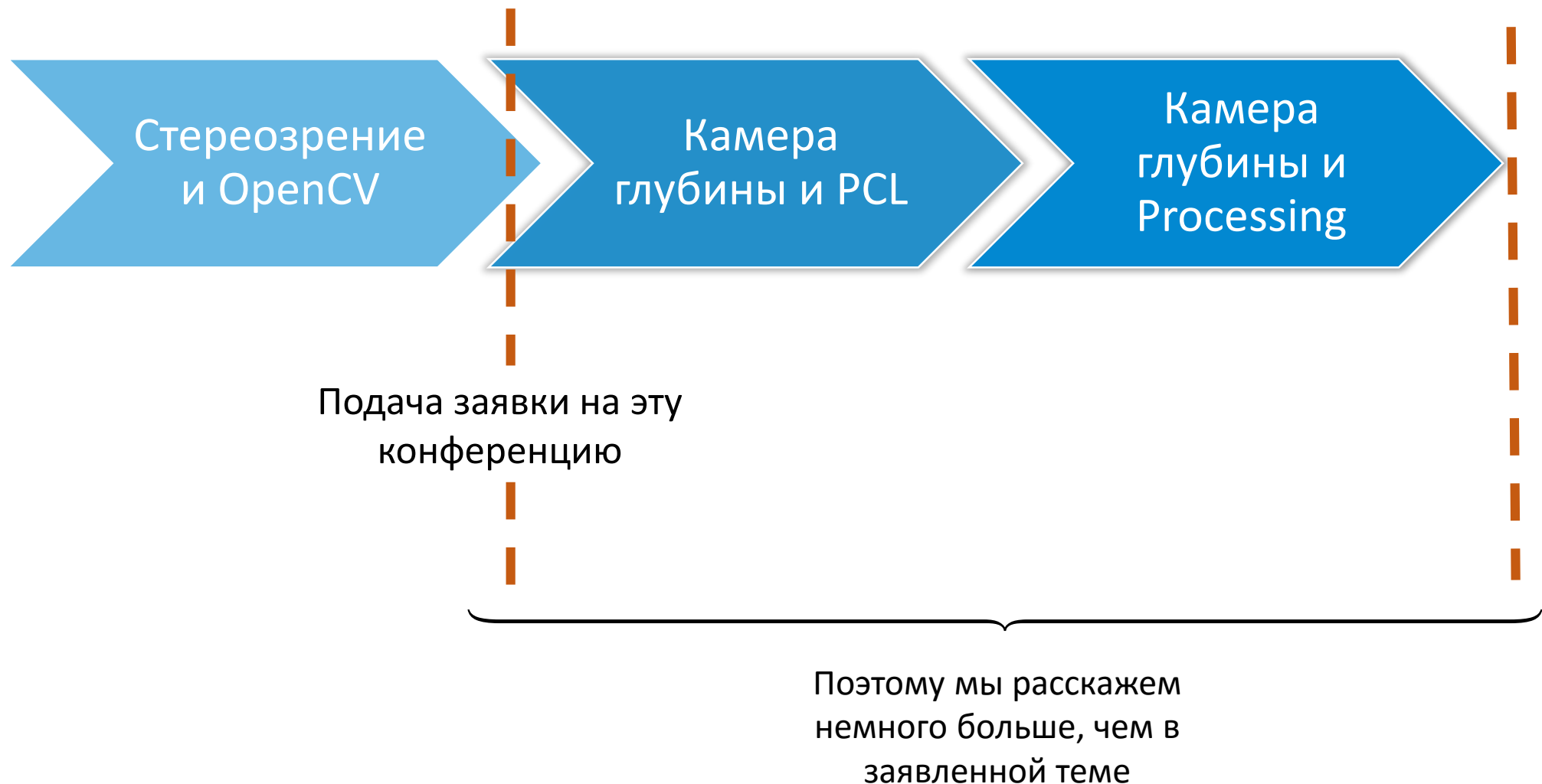


ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

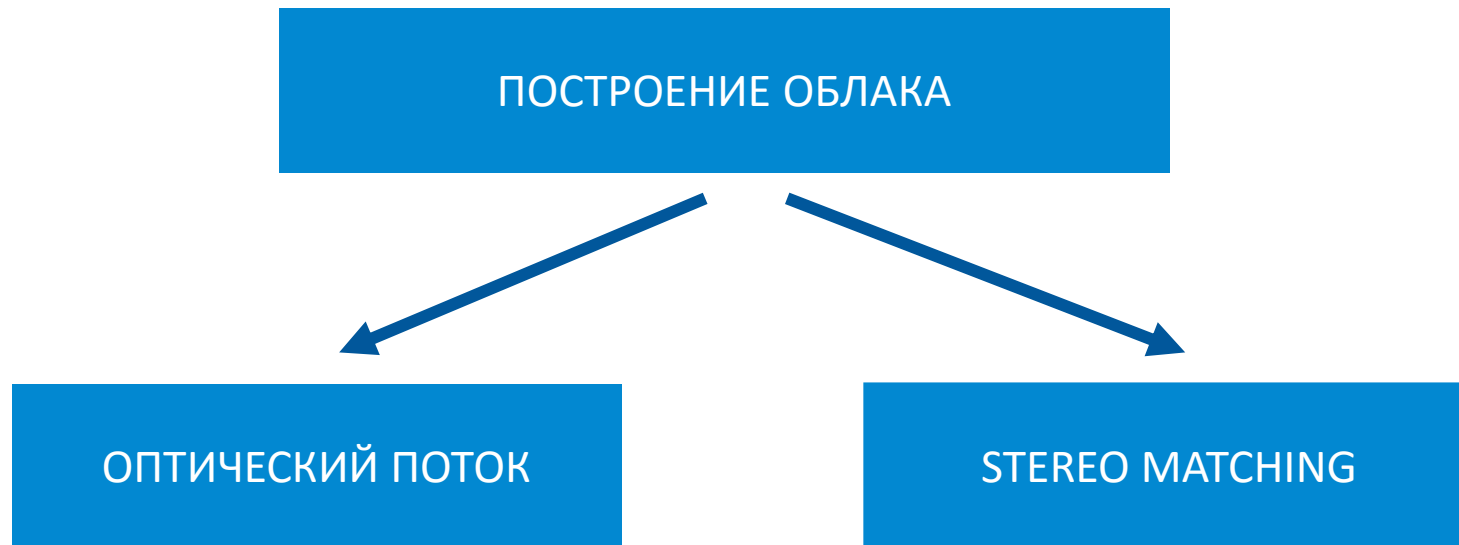
Использование этого ПО для построение 3D моделей ступни человека для изготовления индивидуальных ортопедических стелек



ЭТАПЫ РАБОТЫ



ПОСТРОЕНИЕ ОБЛАКА ТОЧЕК ПО СТЕРЕОСНИМКАМ



ОПТИЧЕСКИЙ ПОТОК

Определяет смещение
точек между кадрами

Найти поток

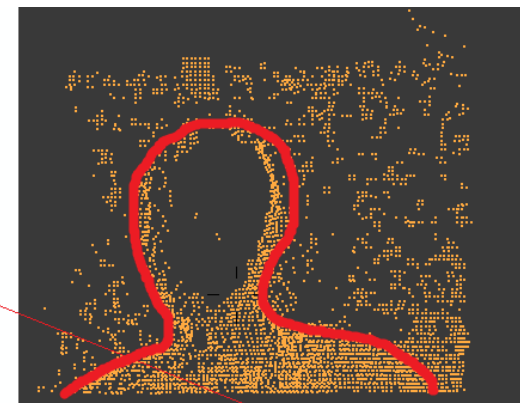
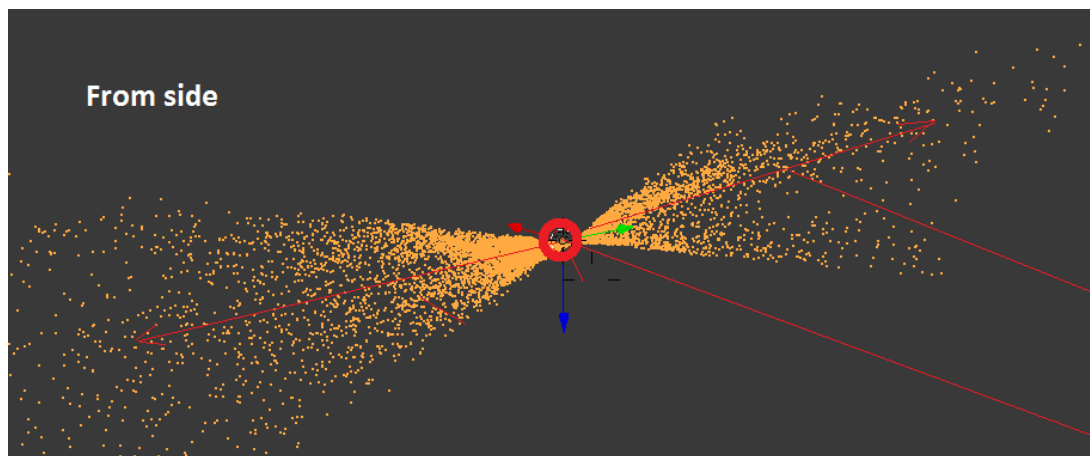
Найти
координаты
точек на обоих
изображениях

Выравнивание

Магия
Получение
матриц
проекции

Облако точек

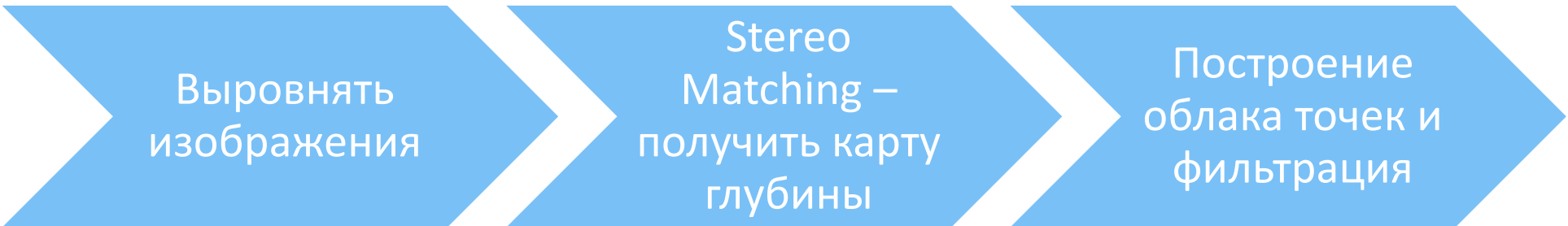
РЕЗУЛЬТАТ: EPIC FAIL



What I see in one direction from
this point

STEREO MATCHING

Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины



```
graph LR; A[Выровнять изображения] --> B[Stereo Matching – получить карту глубины]; B --> C[Построение облака точек и фильтрация];
```

Выровнять
изображения

Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация

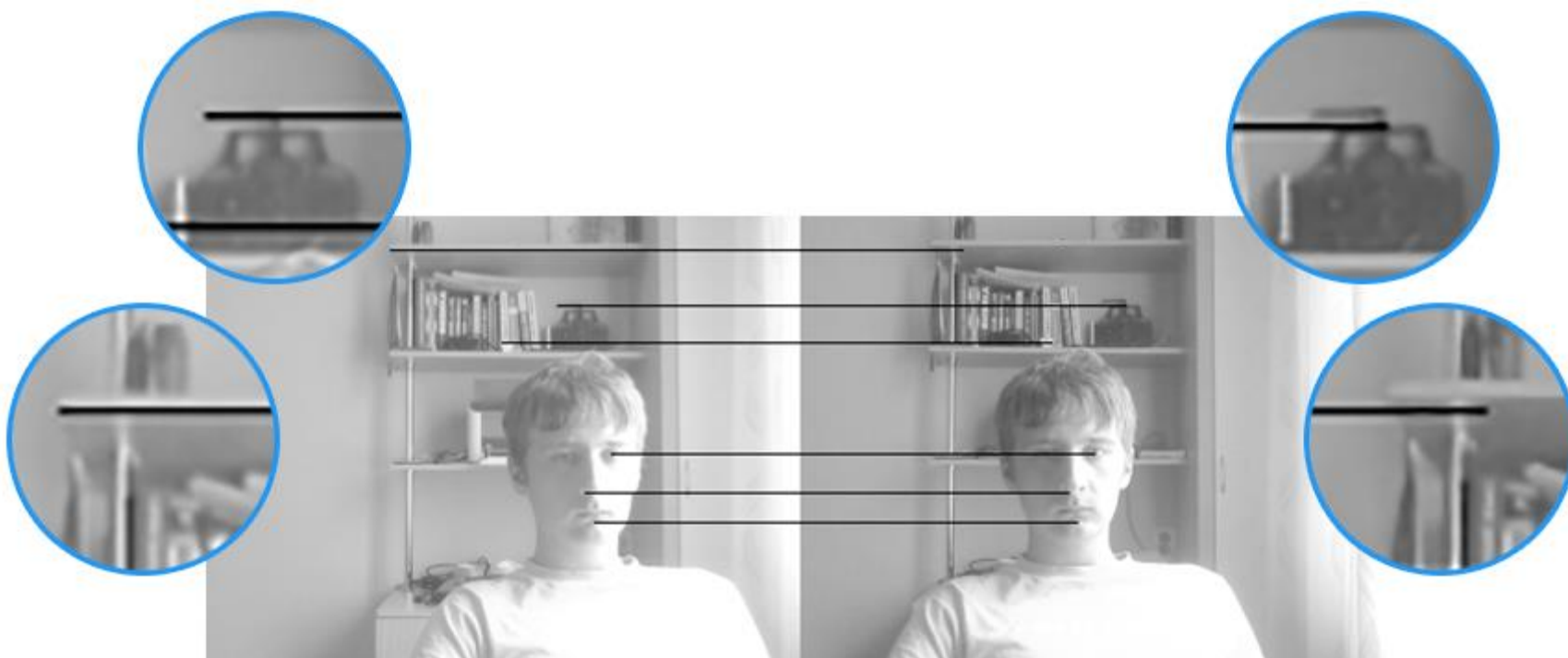
STEREO MATCHING

Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины

Выровнять
изображения

Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация



STEREO MATCHING

Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины

Выровнять
изображения

Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация



STEREO MATCHING

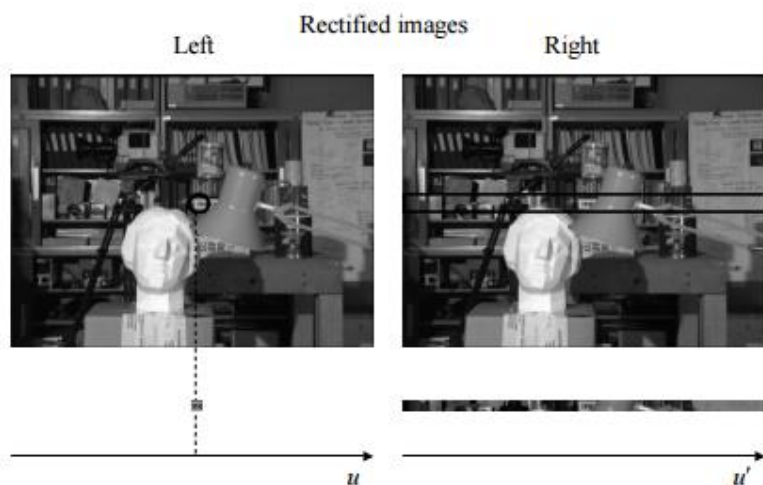
Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины

Выровнять
изображения

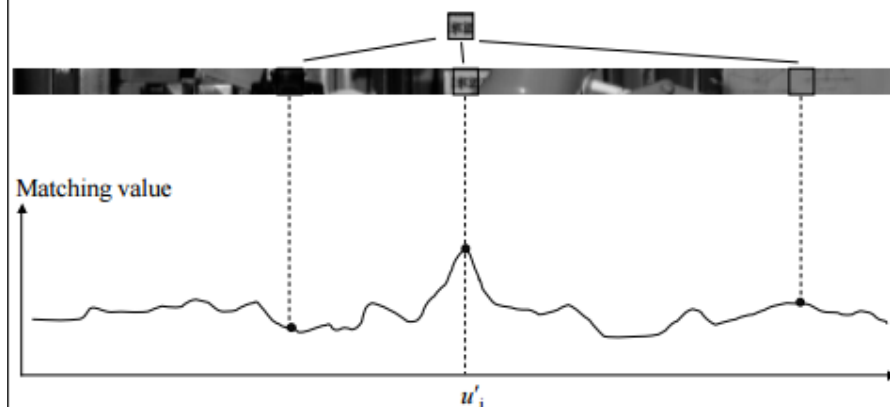
Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация

Stereo matching



Matching along epipolar line



The best match estimates the “disparity”

- In this case, horizontal disparity only (since images were rectified)

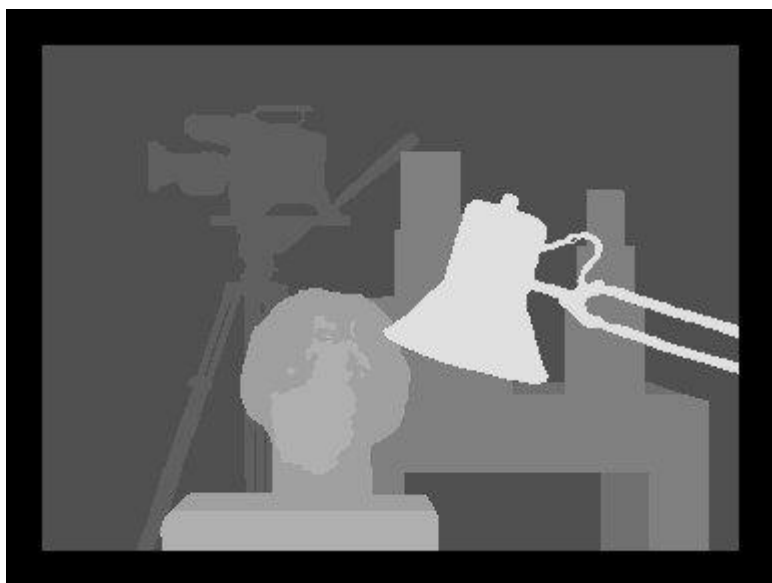
STEREO MATCHING

Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины

Выровнять
изображения

Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация



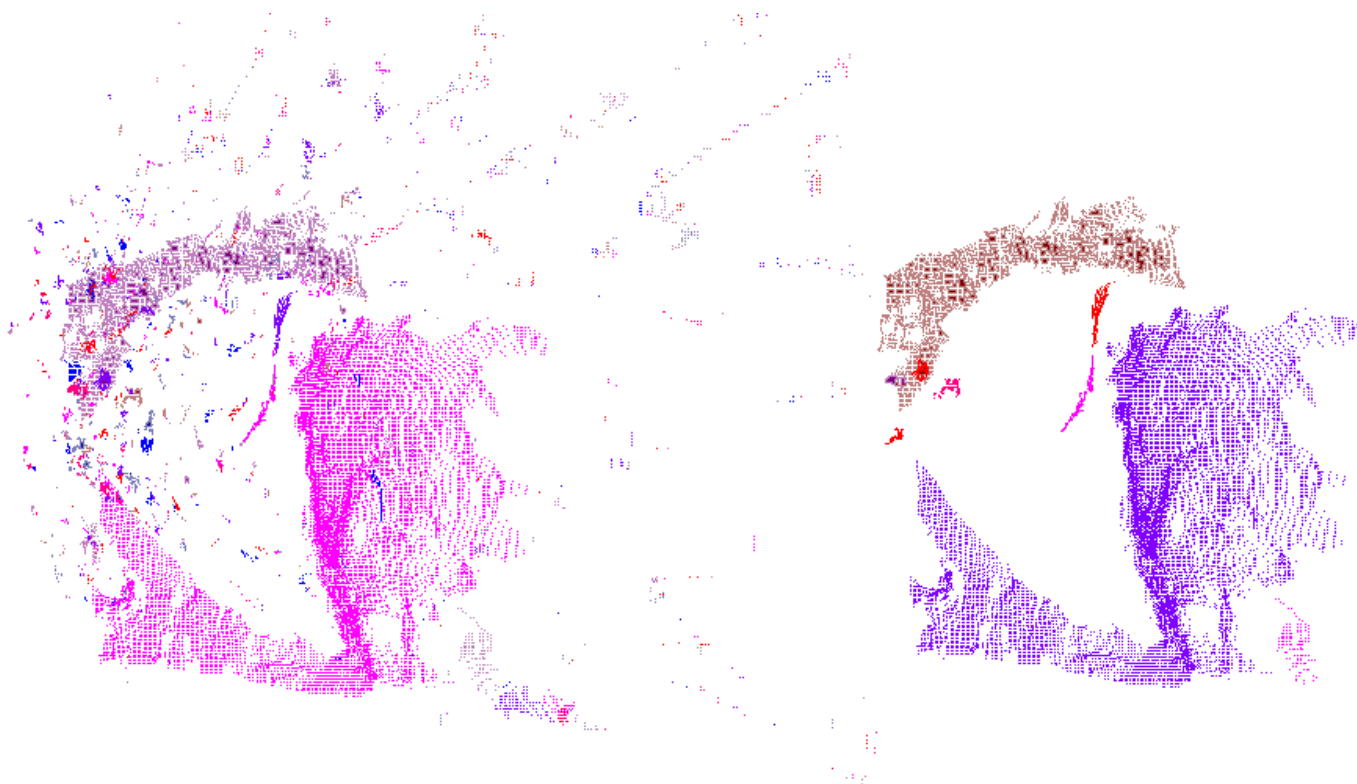
STEREO MATCHING

Определение соответствий между небольшими участками пары изображений и построение карты глубины

Выровнять
изображения

Stereo
Matching –
получить карту
глубины

Построение
облака точек и
фильтрация



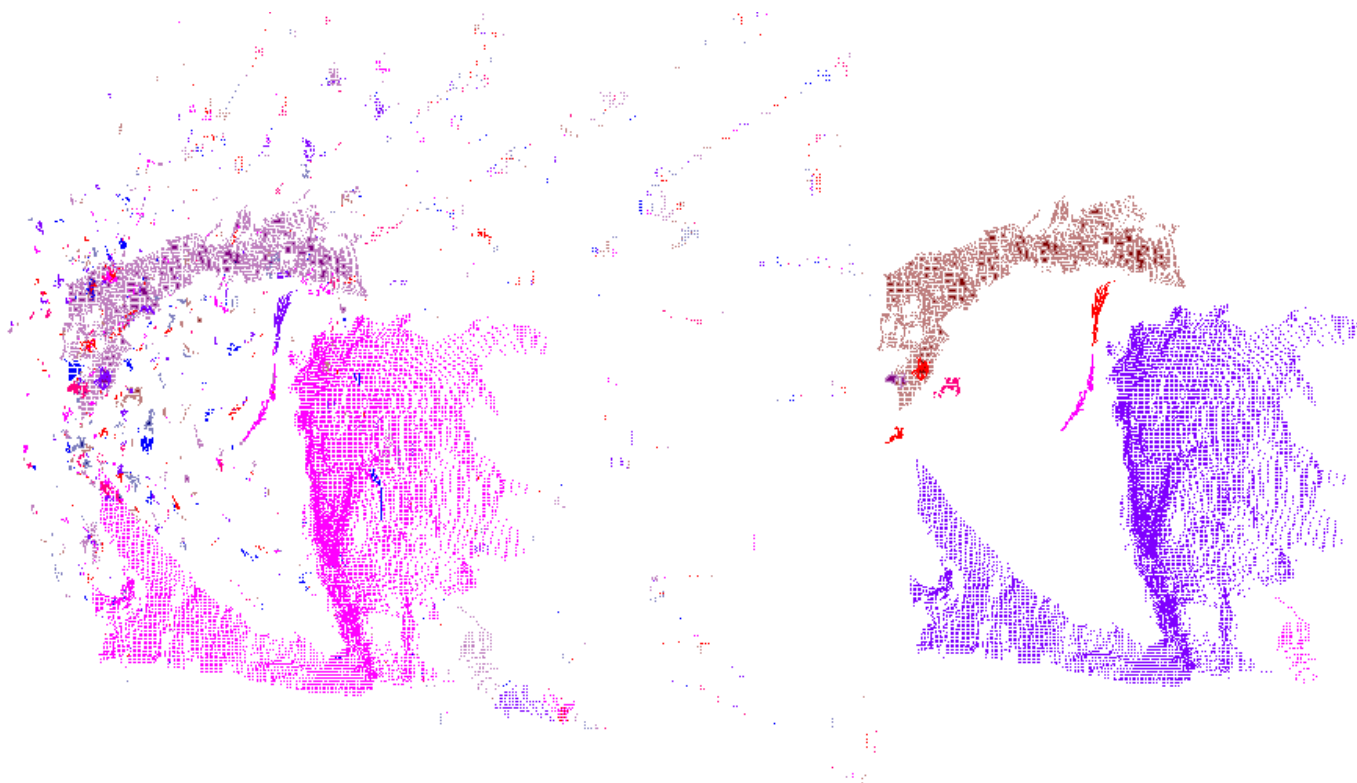
STEREO MATCHING: ИТОГИ

ПРЕИМУЩЕСТВА

Не требует специального оборудования

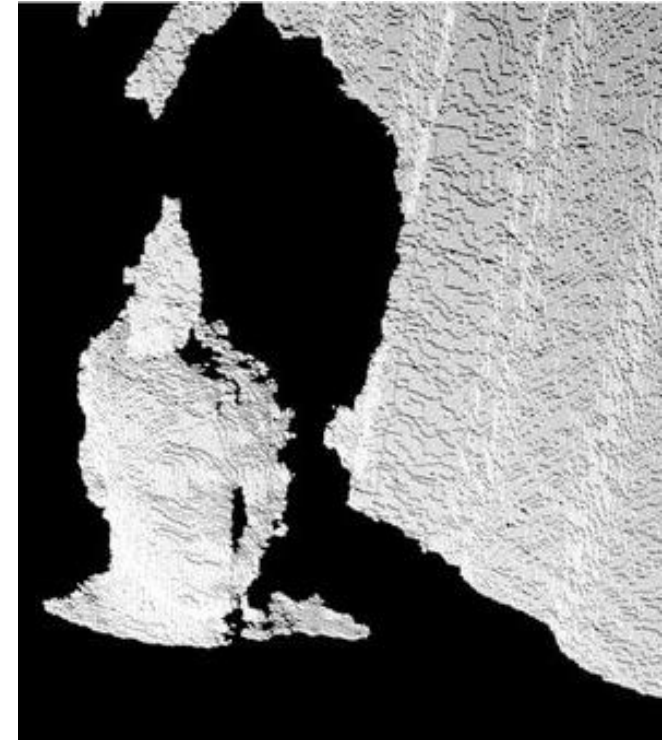
НЕДОСТАТКИ

Низкое качество и детализация облака



КАМЕРА ГЛУБИНЫ

При помощи стереозрения нам не удалось получить облако точек достаточного качества и детализации, поэтому мы стали использовать камеру структурированного света.



Asus XTion

Обработка: от облака до стельки

Получение облака точек – лишь
малая часть всего процесса

Получение
облака точек

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Определение
плоскостопия

Коррекция
формы стельки

Построение
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

3D печать

Point Cloud Library

PCL - всесторонняя свободная библиотека для n-мерных облаков точек и трёхмерной обработки геометрии.

Использование PCL:

1. Захват облака точек с Asus Xtion
2. Построение полигональной сетки
3. ???
4. Profit!



Недостаточное планирование приводит к проблемам

Получение облака точек

Получение
облака точек

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Определение
плоскостопия

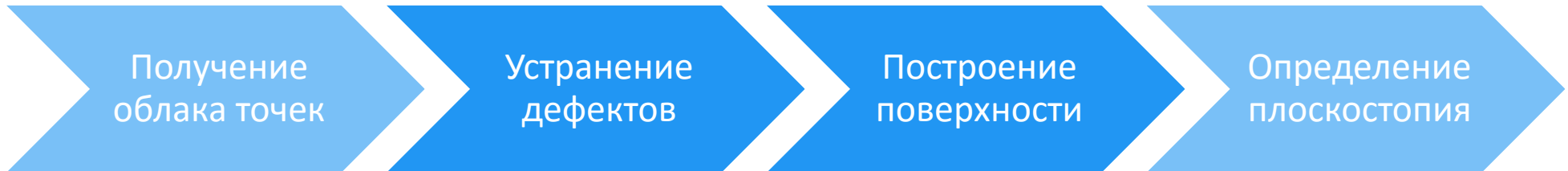
От Asus XTion получается
организованное облако
точек

Организованное облако точек – двумерная матрица, каждый элемент которой содержит координаты точки в пространстве.

Взаиморасположение точек в пространстве аналогично их взаиморасположению в матрице \approx "проекция" объекта

XYZ	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ
XYZ	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ
XYZ	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ
XYZ	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ
XYZ	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ

Построение поверхности



PCL предоставляет три способа построить поверхность:

- Для неорганизованного облака точек
- Для организованного облака точек
- B-Splain

Построение поверхности

Получение
облака точек




Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Определение
плоскостопия

Неорганизованное облако + сглаживание нормалей



-  Гладкая поверхность
-  Медленно
-  Нерационально

Построение поверхности

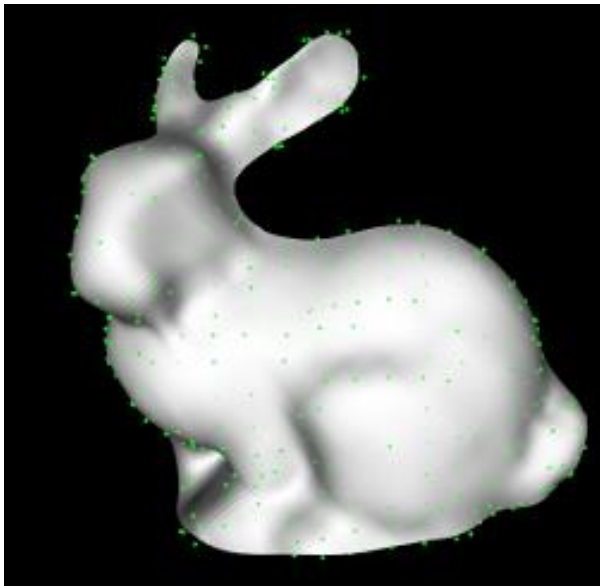
Получение
облака точек

Устранение
дефектов

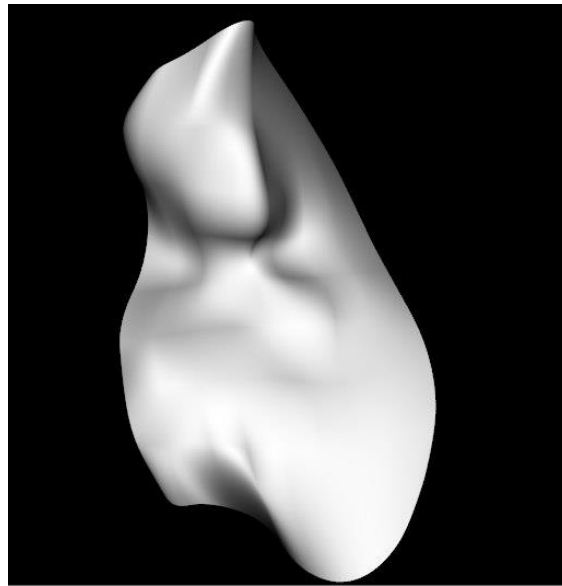
Построение
поверхности

Определение
плоскостопия

B-Splain



Ожидание



Реальность

- + Гладкая поверхность и ровные края
- Очень медленно
- Нерационально (?)

Построение поверхности

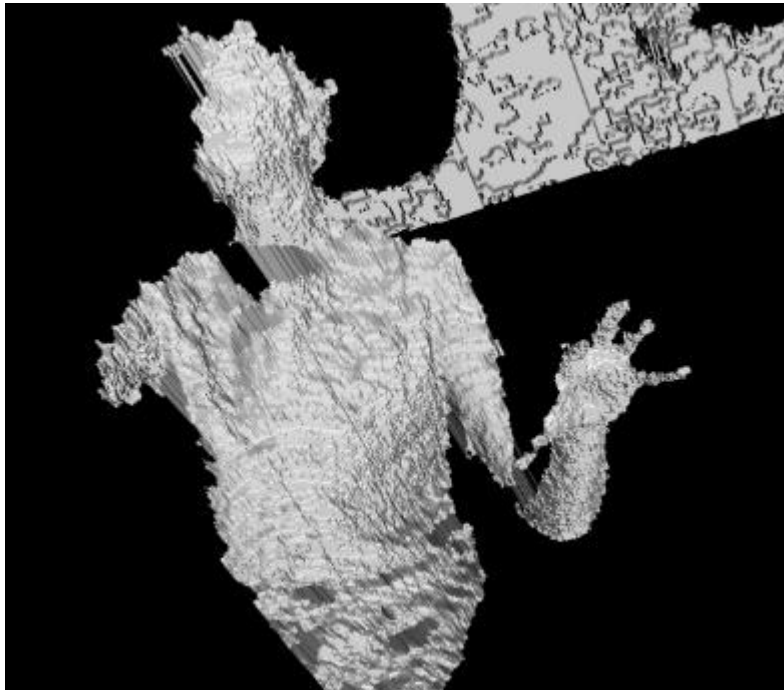
Получение
облака точек

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Определение
плоскостопия

Организованное облако точек



- + Очень быстро
- + Очень просто
- Нужно сглаживать

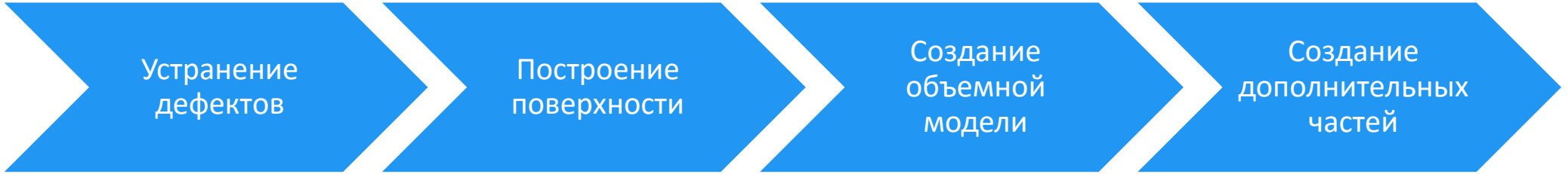
Processing

В процессе работы мы
плавню перенесли
разработку на Processing



- + Удобство разработки
- + Простота работы с графикой и визуализацией

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ



Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Нахождение
контура

Сглаживание
контура

Заполнение
отверстий
точками



TODO

Устранение
дефектов

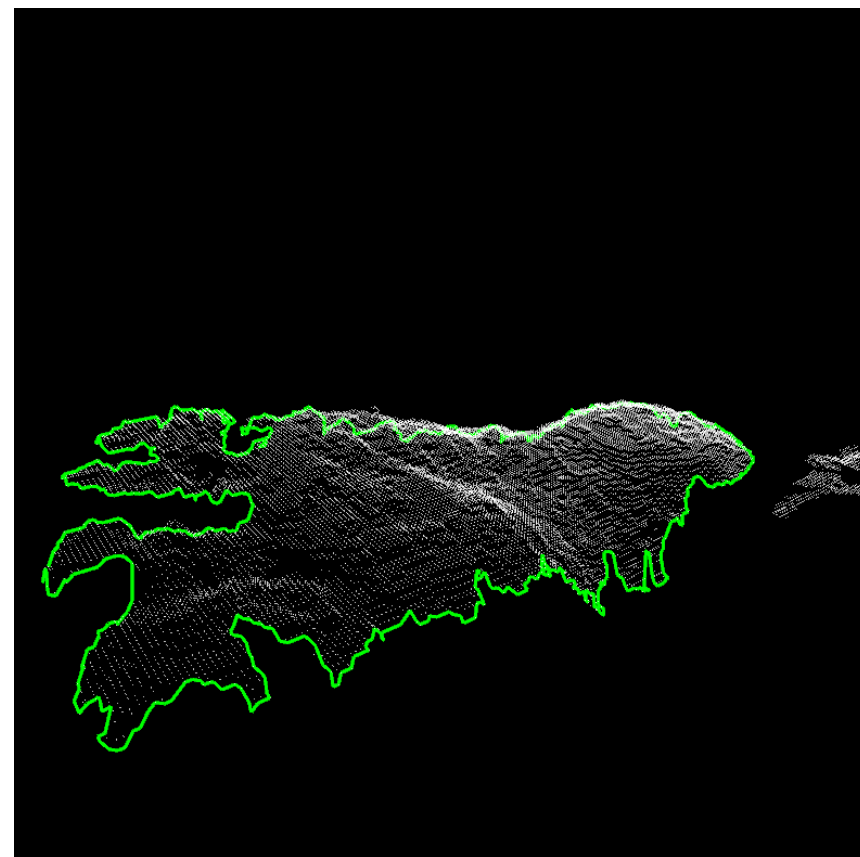
Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Сглаживание

Построение
поверхности



TODO

Устранение
дефектов

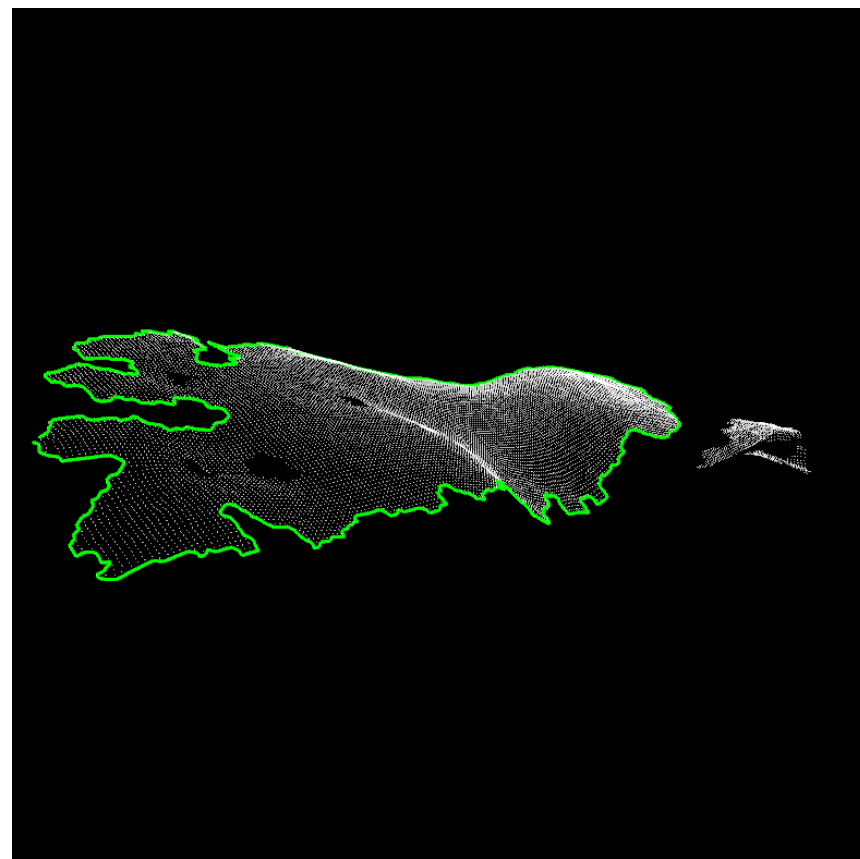
Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Сглаживание

Построение
поверхности



ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

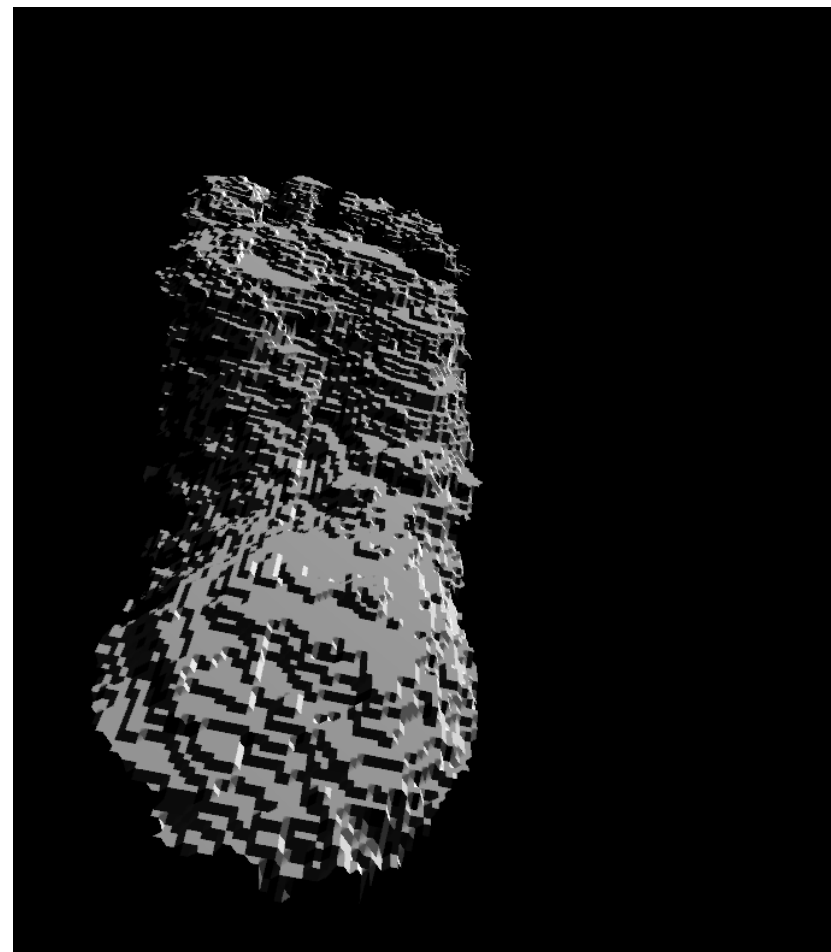
Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Сглаживание

Построение
поверхности



ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

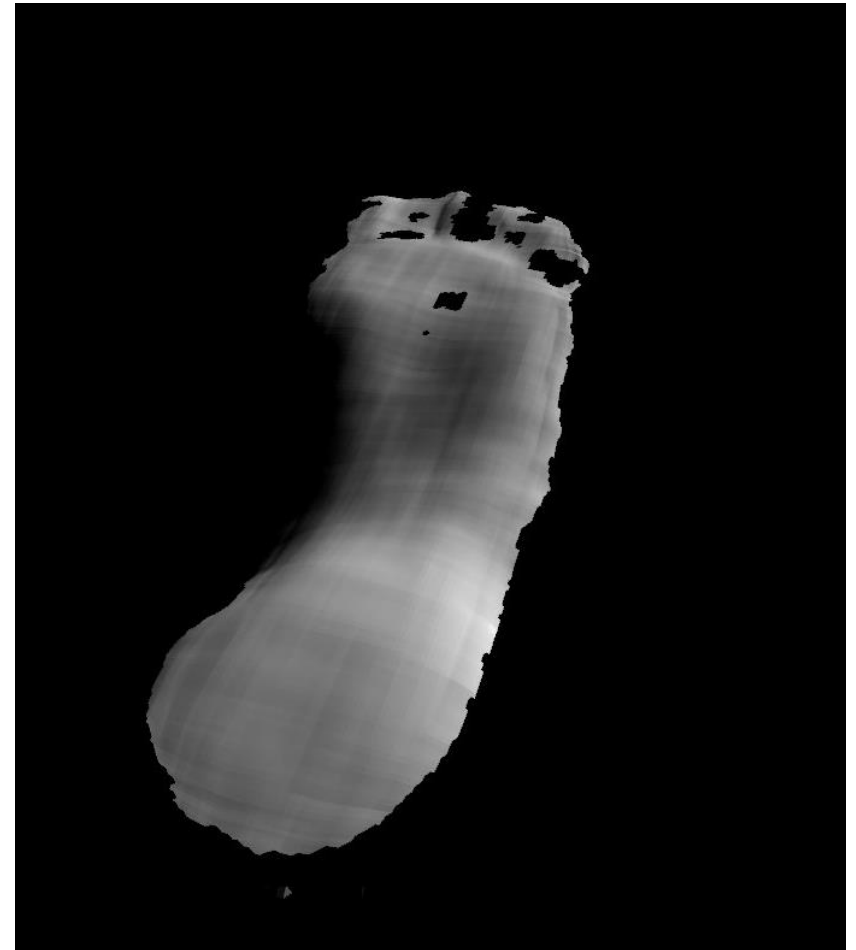
Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Сглаживание

Построение
поверхности



ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей



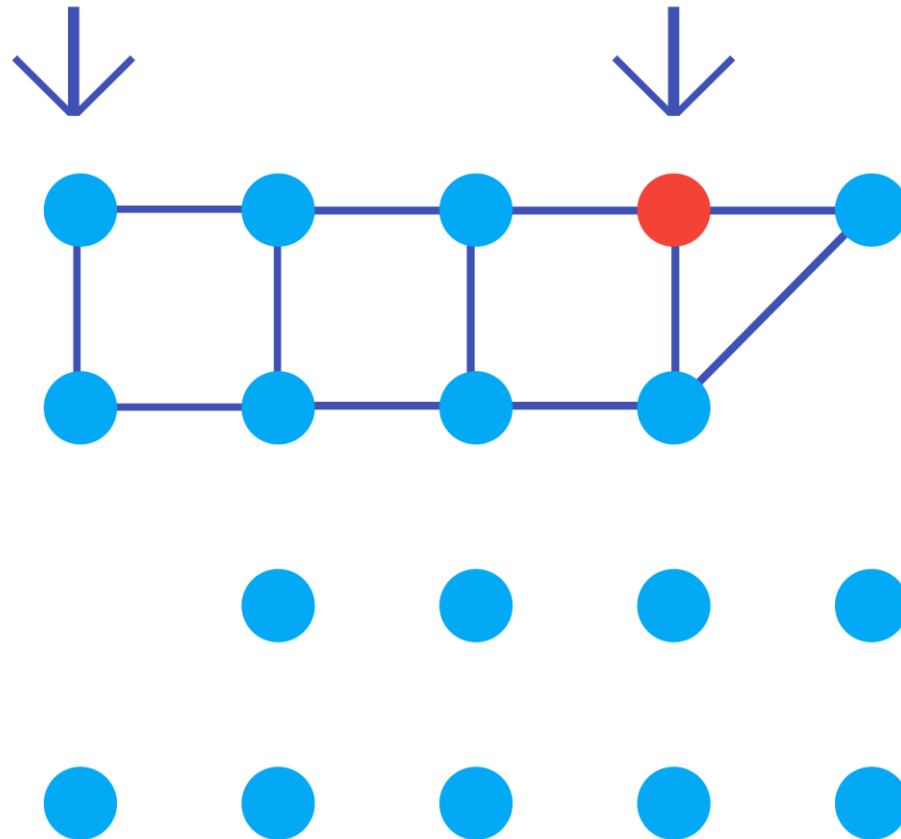
ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей



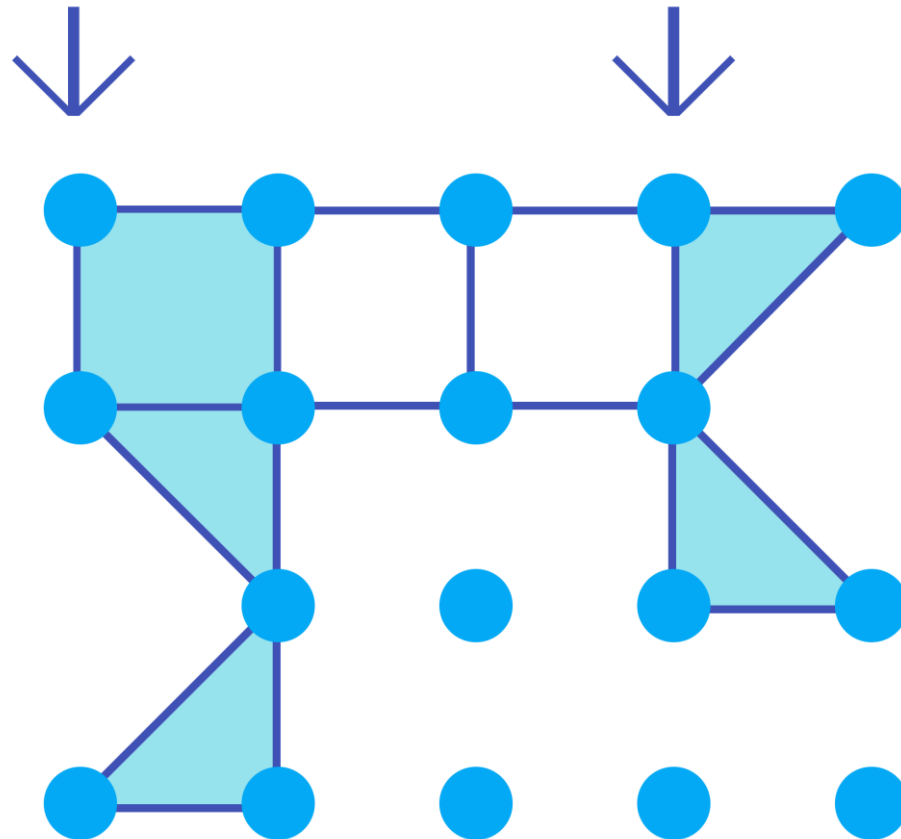
ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей



ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛЬКИ

Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

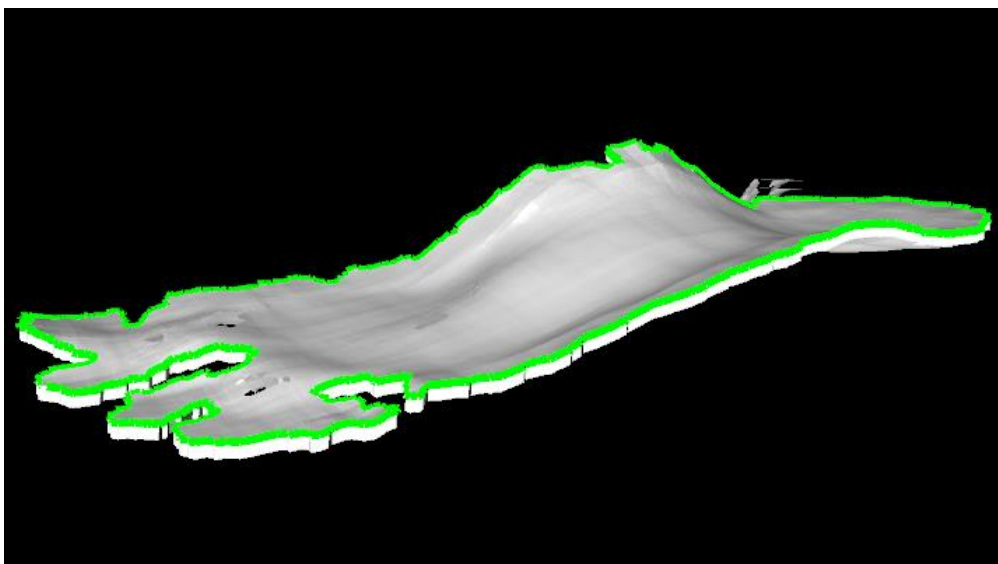
Создание
дополнительных
частей



Дублирование
поверхности



Создание
боковых
граней



ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

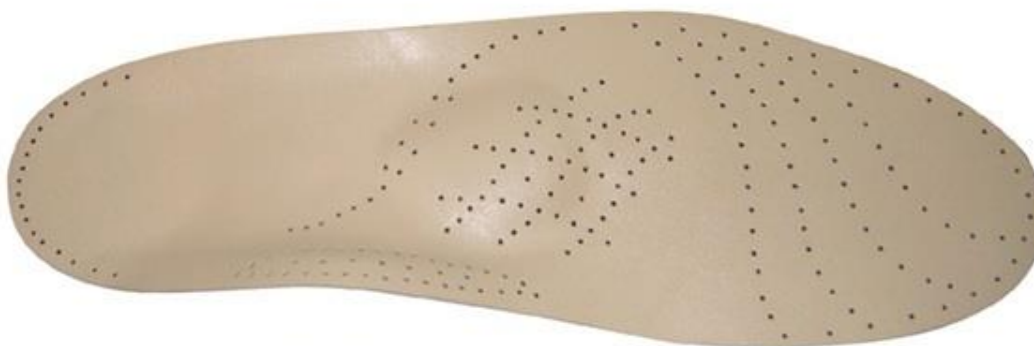
Устранение
дефектов

Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей

Гибкий материал



Твердый материал

Гибкий материал

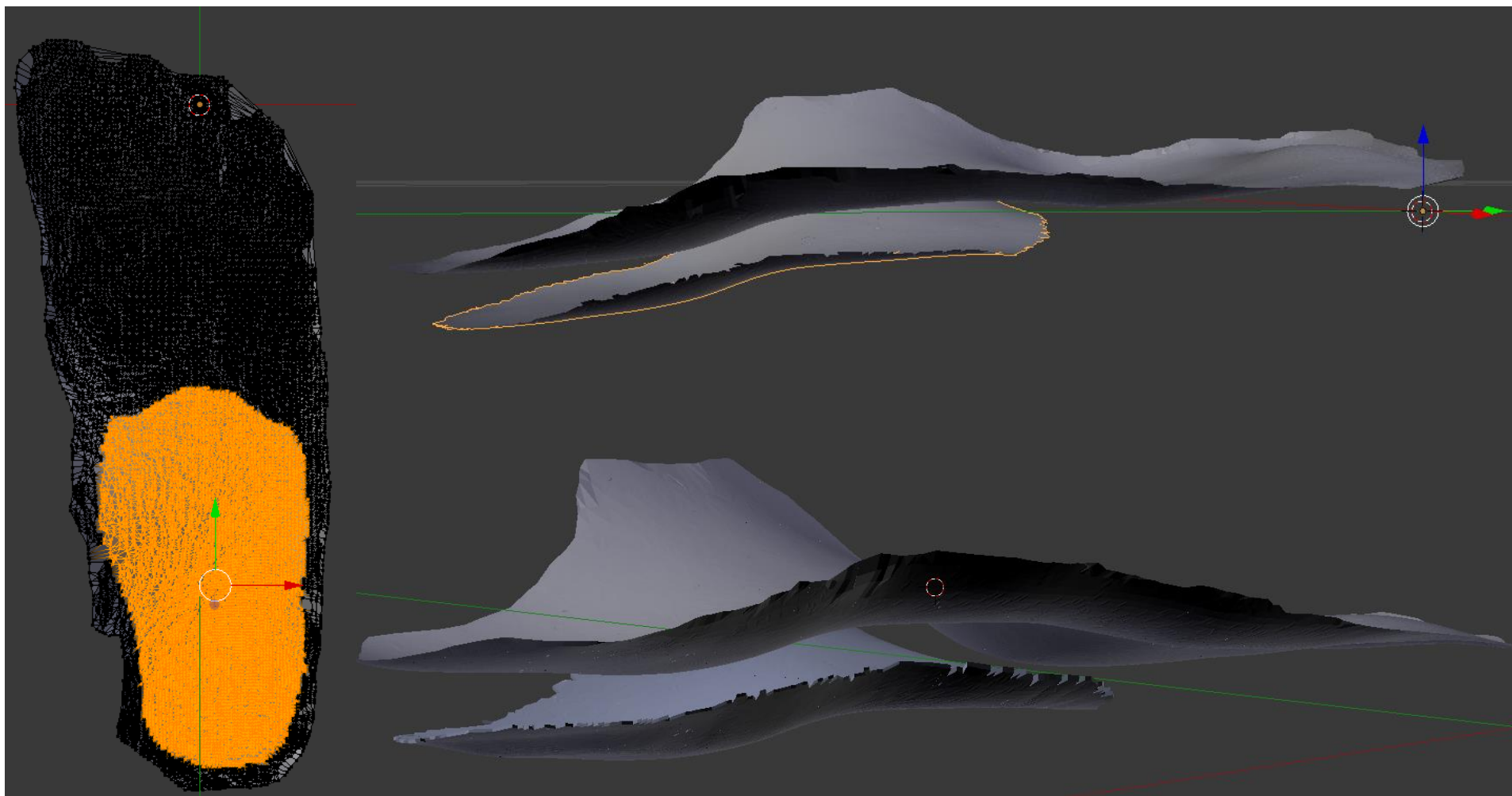
ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ СТЕЛКИ

Устранение
дефектов

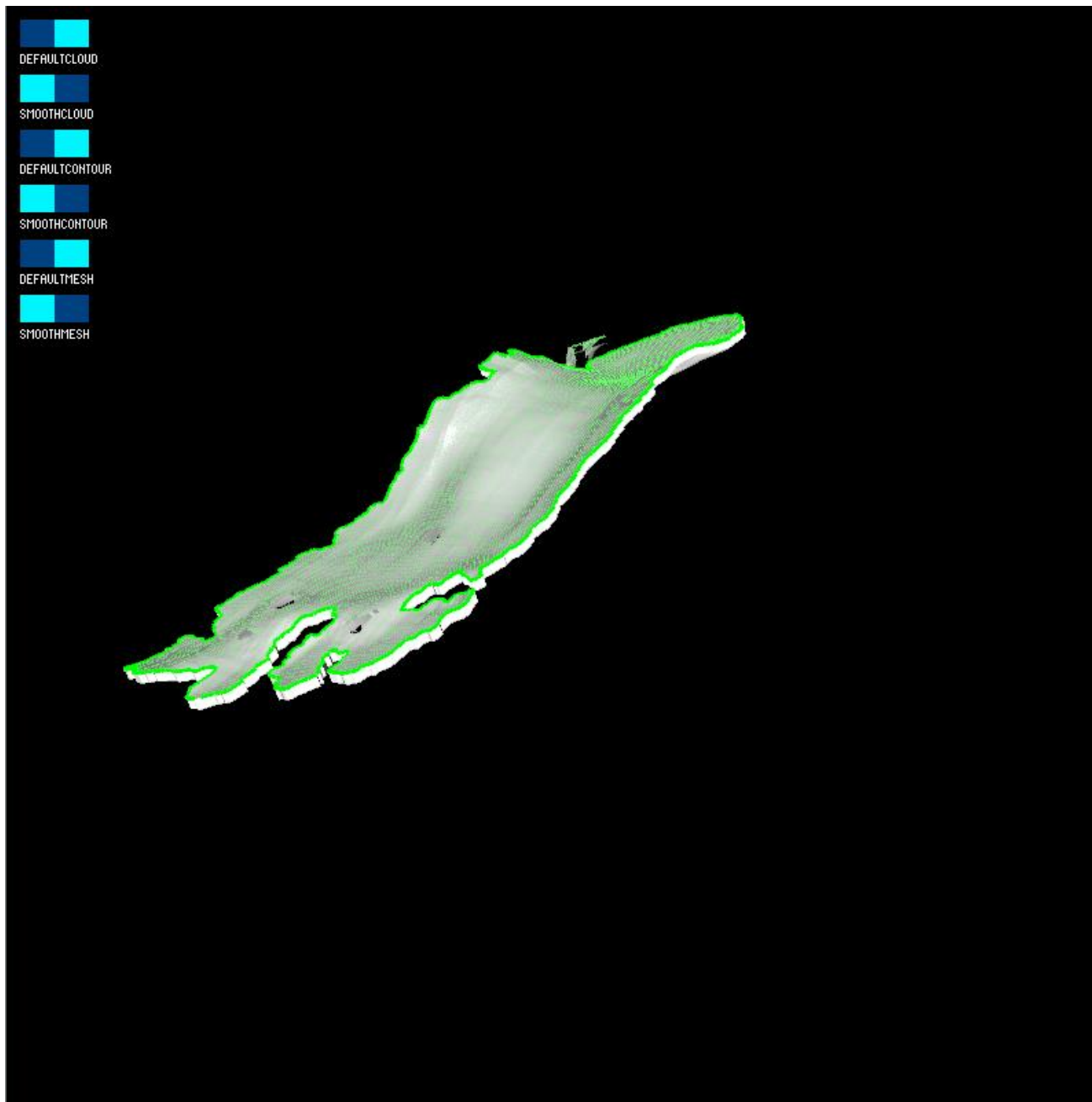
Построение
поверхности

Создание
объемной
модели

Создание
дополнительных
частей



Интерфейс



Спасибо за внимание