

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
им. В.И. Ульянов (Ленина)

# Разработка инструмента упрощения 3d-моделей

Выполнил:

Ковалёв Константин Андреевич, гр. 7303

Руководитель:

Заславский Марк Маркович, к.т.н., доцент

Санкт-Петербург, 2021

# Актуальность

- Активное использование сенсоров машинного зрения для создания трёхмерных моделей реального мира в системах пространственной разметки.
- Высокая плотность и большое количество точек получаемых трехмерных моделей.

# Цель и задачи

**Цель:** проектирование и реализация инструмента для упрощения полигональных 3d-моделей

**Задачи:**

1. Изучить существующие методы упрощения полигональных моделей
2. Реализовать алгоритм упрощения
3. Разработать инструмент упрощения
4. Провести анализ разработанного инструмента

# Методы упрощения полигональных моделей

## **Способы удаления геометрии:**

- Выборка – наложения трехмерной сетки с последующим упрощением в каждой ячейке (низкое качество обработки)
- Прореживание – итеративный метод удаления геометрии с удалением треугольника, ребра или вершины

## **Базовые операции изменения геометрии:**

- Удаление вершины
- Удаление треугольника
- Удаление (схлопывание) ребра
- Объединение вершин

# Реализация алгоритма упрощения. Описание алгоритма

Способ удаления геометрии – прореживание

Операция удаления геометрии – схлопывание ребра

- Итеративное прохождение граней модели
- Определение ошибки каждого ребра треугольника
- Сравнение ошибки с пороговым значением (threshold)
- Вычисление позиции и параметров для новой вершины

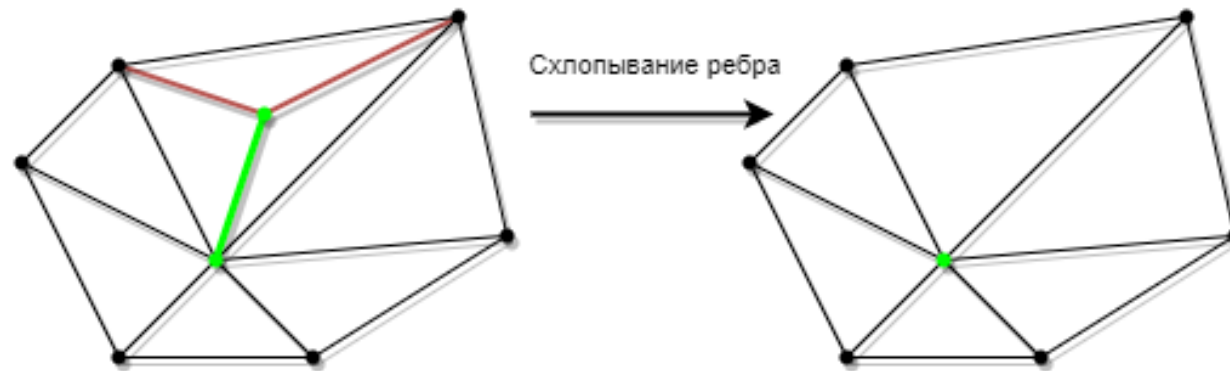


Рисунок 1 – Схлопывание ребра

# Реализация алгоритма упрощения. Вычисление параметров вершин

1. Вершины модели хранят различные параметры(базовые и дополнительные)
2. Использование линейной интерполяции для определения параметров новой вершины при схлопывании

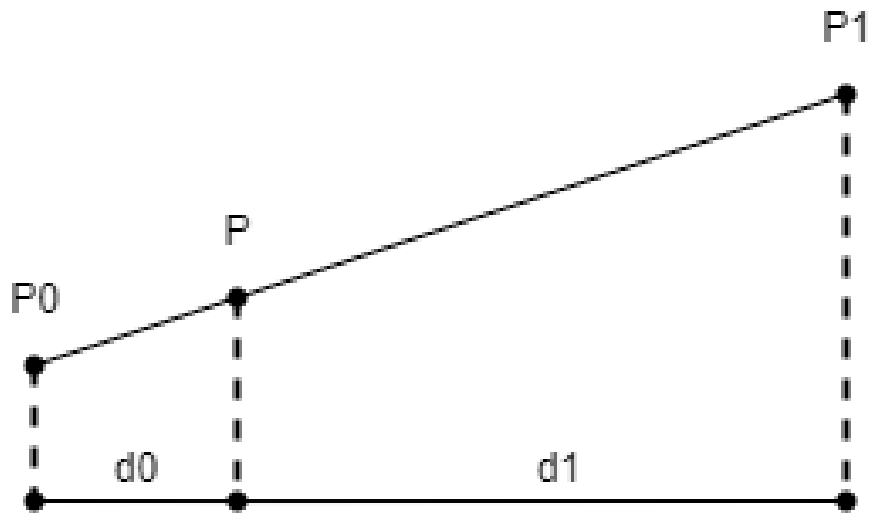


Рисунок 2 – Линейная интерполяция двух вершин

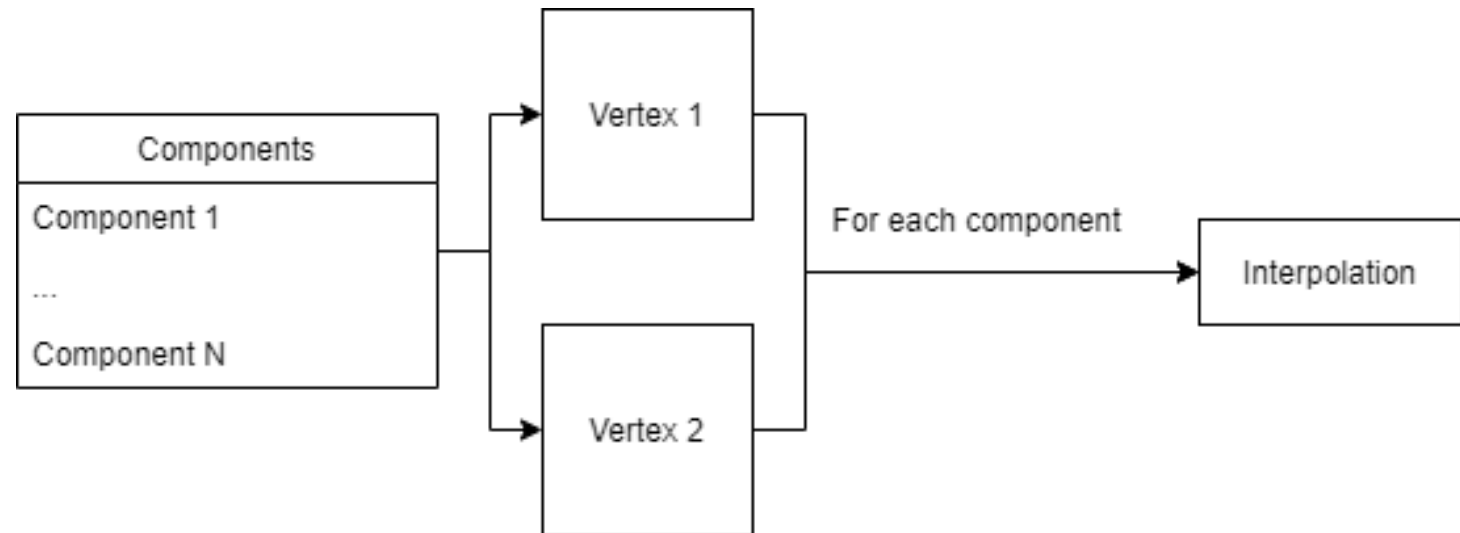


Рисунок 2 – Генерация данных новой вершины

# Реализация инструмента упрощения

- CLI/GUI приложение(C++, OpenGL, ImGui)
- Использование в качестве модуля
- Предоставление результатов изменения геометрических характеристик модели: площадь, объем, линейные размеры
- Визуализация обрабатываемой модели. Различные режимы отображения модели

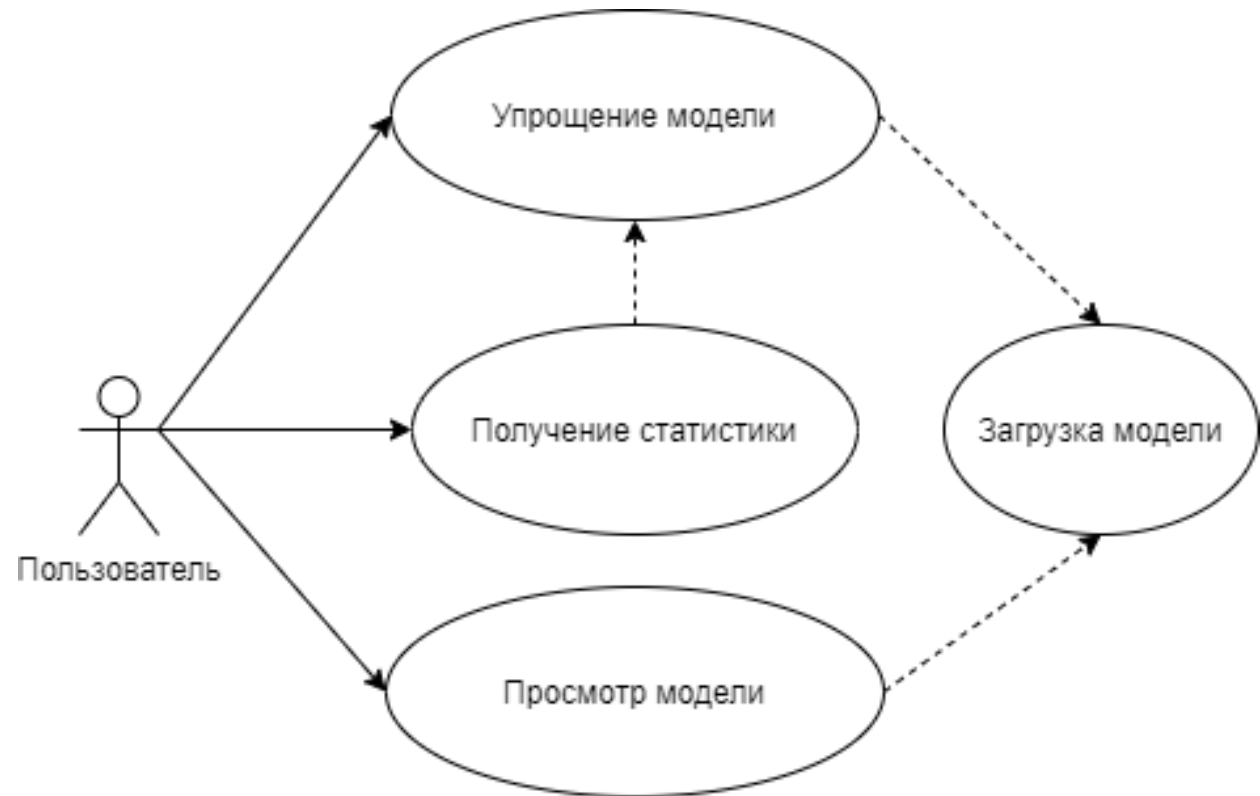
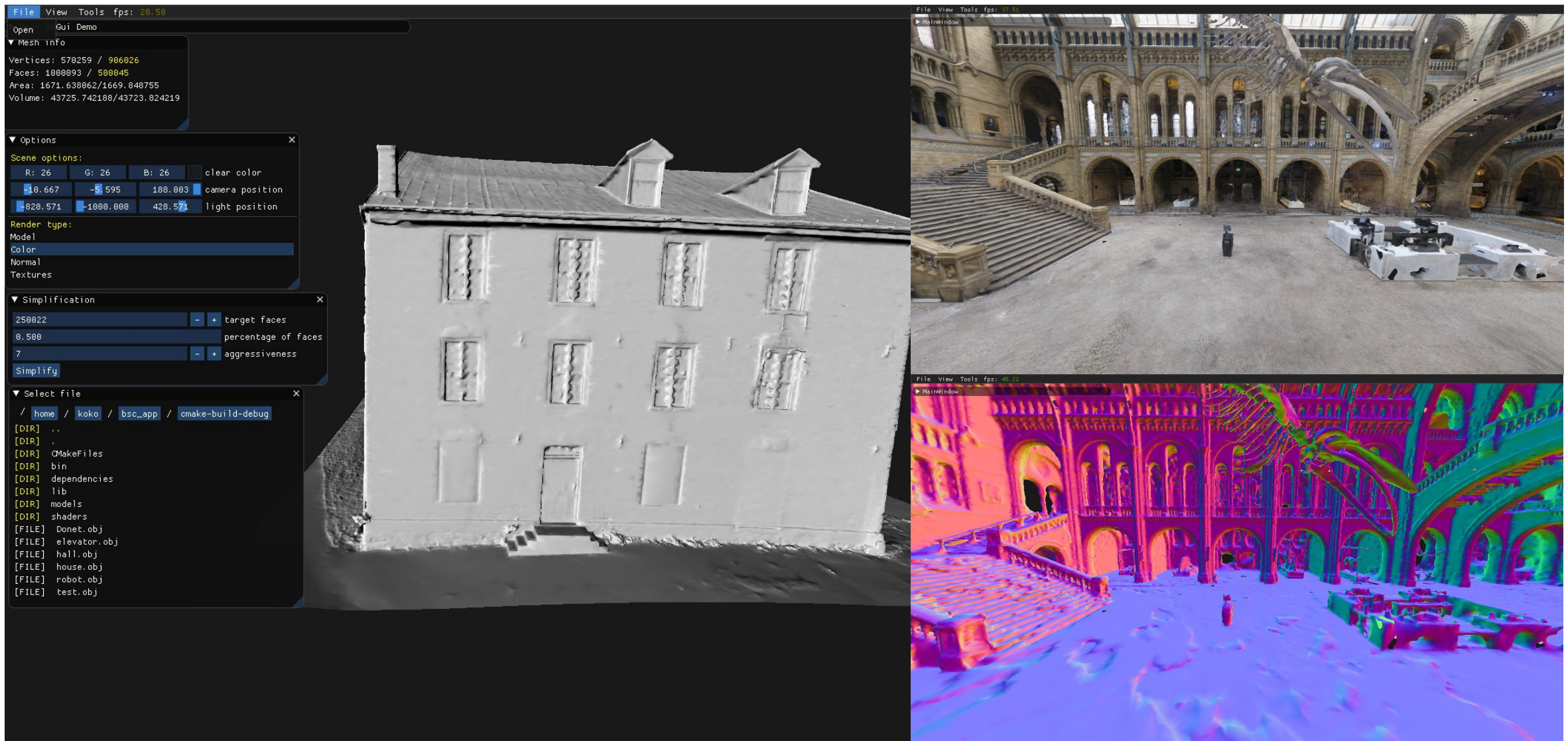


Рисунок 4 – Сценарий использования

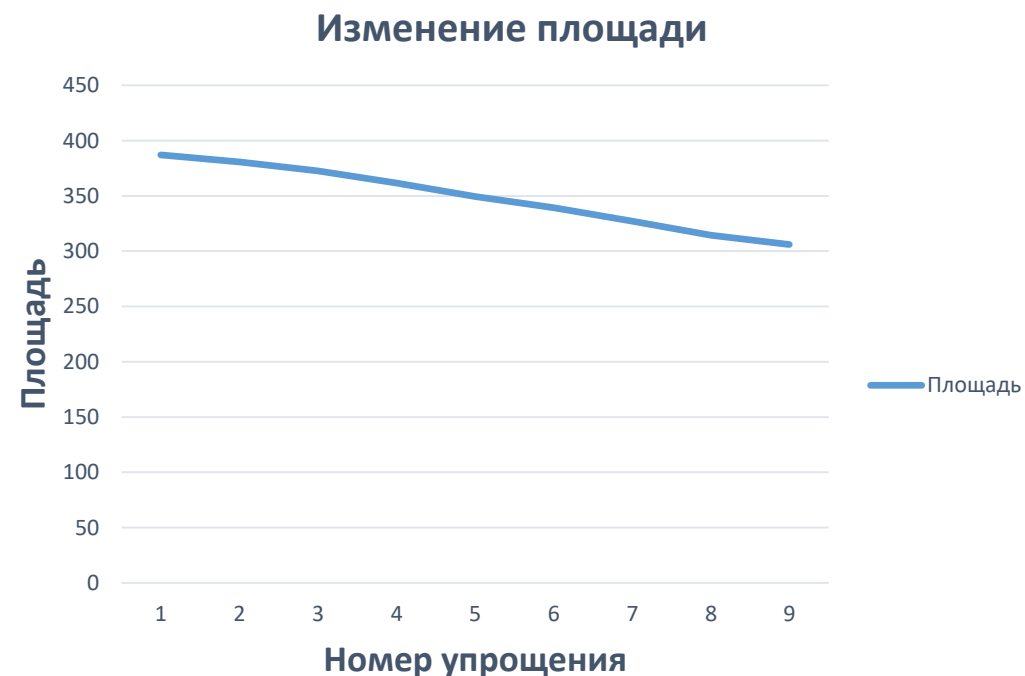
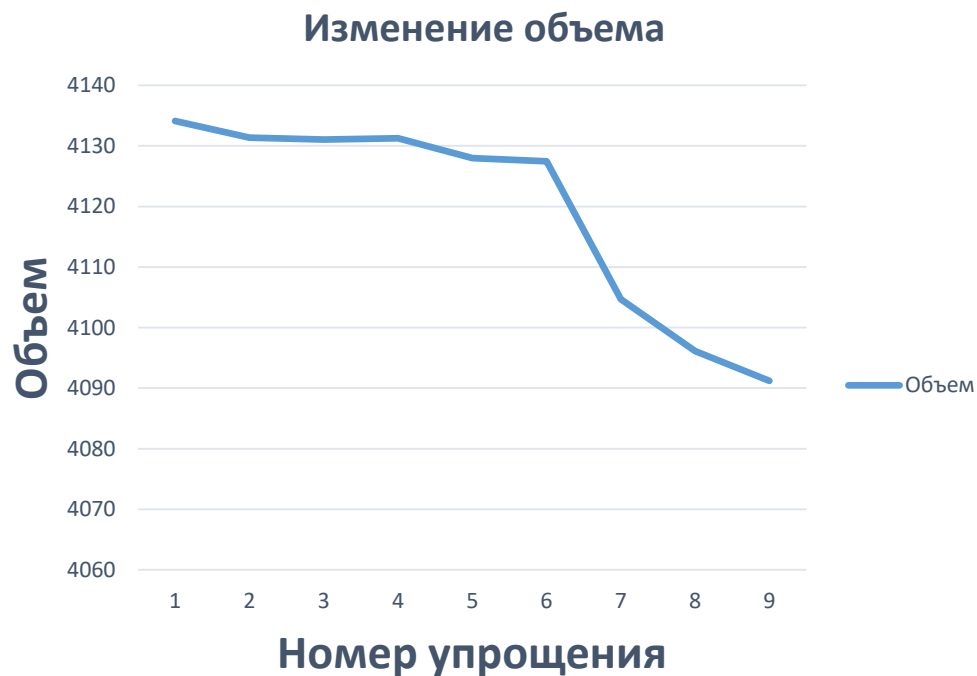
# Интерфейс





# Анализ разработанного инструмента

Результаты изменения объема и площади модели при уменьшении количества граней модели в 2 раза для 9 запусков алгоритма:



# Заключение

1. Изучены существующие методы упрощения полигональных моделей. Проанализированы способы удаления геометрии по времени обработки и сохранению топологии
2. Реализован алгоритм упрощения с использованием прореживания в качестве способа удаления геометрии.
3. Разработан инструмент упрощения полигональных 3d-моделей с двумя вариантами использования: CLI и GUI. Реализованы различные режимы отображения данных, а также предоставление статистики по результатам обработки: изменение объема, площади, линейных размеров
4. Проанализированы результаты работы реализованного инструмента при упрощении в 256 раз (Изменение объема – 1.04%, изменение площади – 20.9%, время работы – 1.4 сек.)

Направление дальнейший исследований – повышение точности и скорости работы алгоритма. Увеличение количества вычисляемых характеристик и режимов отображения данных

# Апробация работы

- Репозиторий проекта  
<https://github.com/IMConstant/PMD>

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
им. В.И. Ульянов (Ленина)

# Разработка инструмента упрощения 3d-моделей

Выполнил:

Ковалёв Константин Андреевич, гр. 7303

Руководитель:

Заславский Марк Маркович, к.т.н., доцент

Санкт-Петербург, 2021

Запасные слайды

# Вычисление геометрических характеристик модели

**Объем модели:**

$$V_i = \overline{AO} \cdot (\overline{CO} \times \overline{BO}); \quad V = \sum_i^N V_i$$

**Площадь модели:**

$$S_i = \overline{BA} \times \overline{CA}; \quad S = \sum_i^N S_i$$

**Вычисление линейных размеров:** расстояния между крайними точками в продольном, поперечном и вертикальном направлении

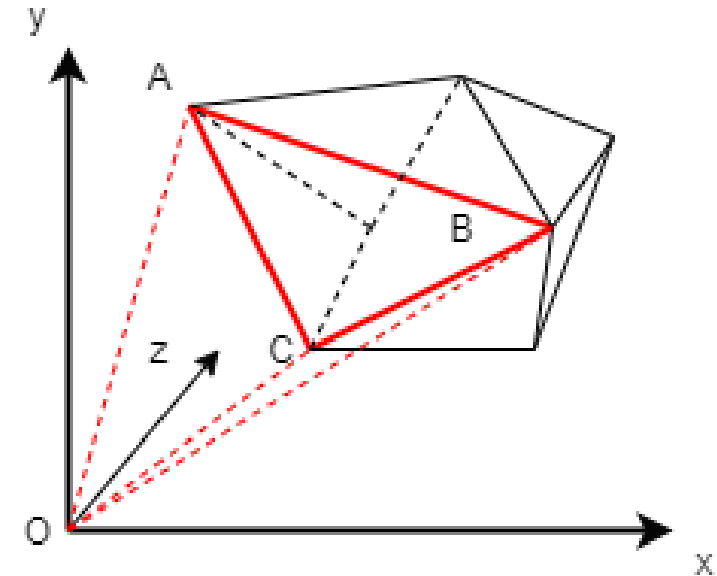
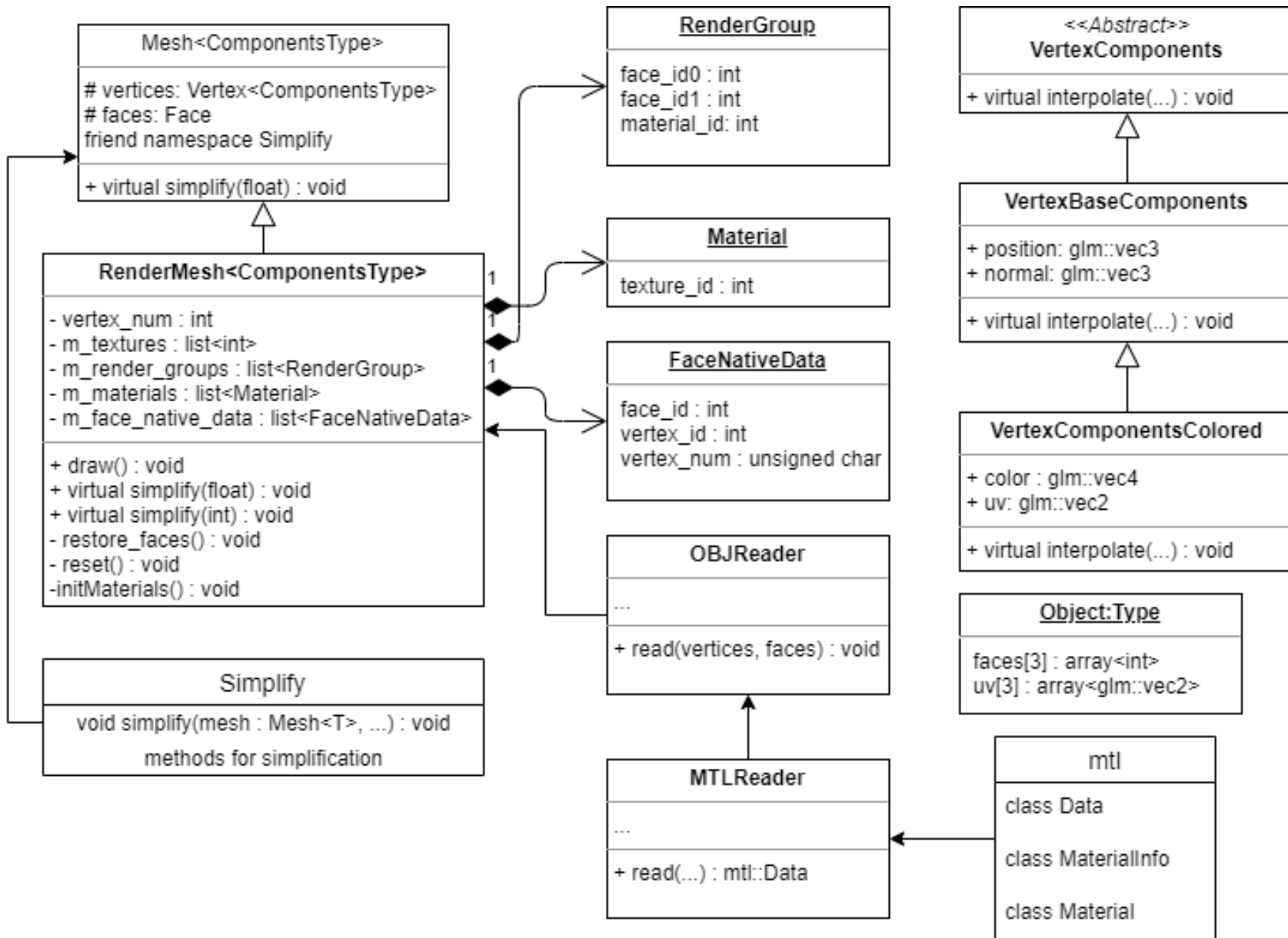


Рисунок 5 – Тетраэдры модели

# Архитектура разработанного инструмента



# Пример модели, упрощенной в 256 раз

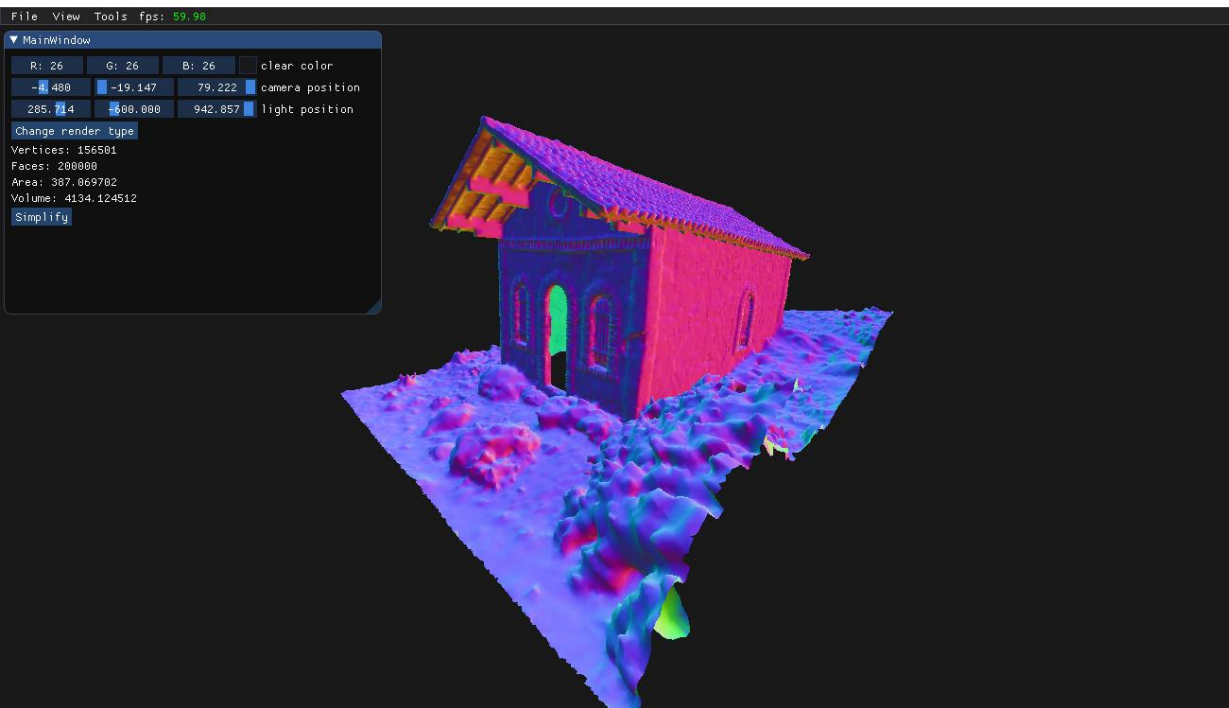


Рисунок 6 – Исходная модель

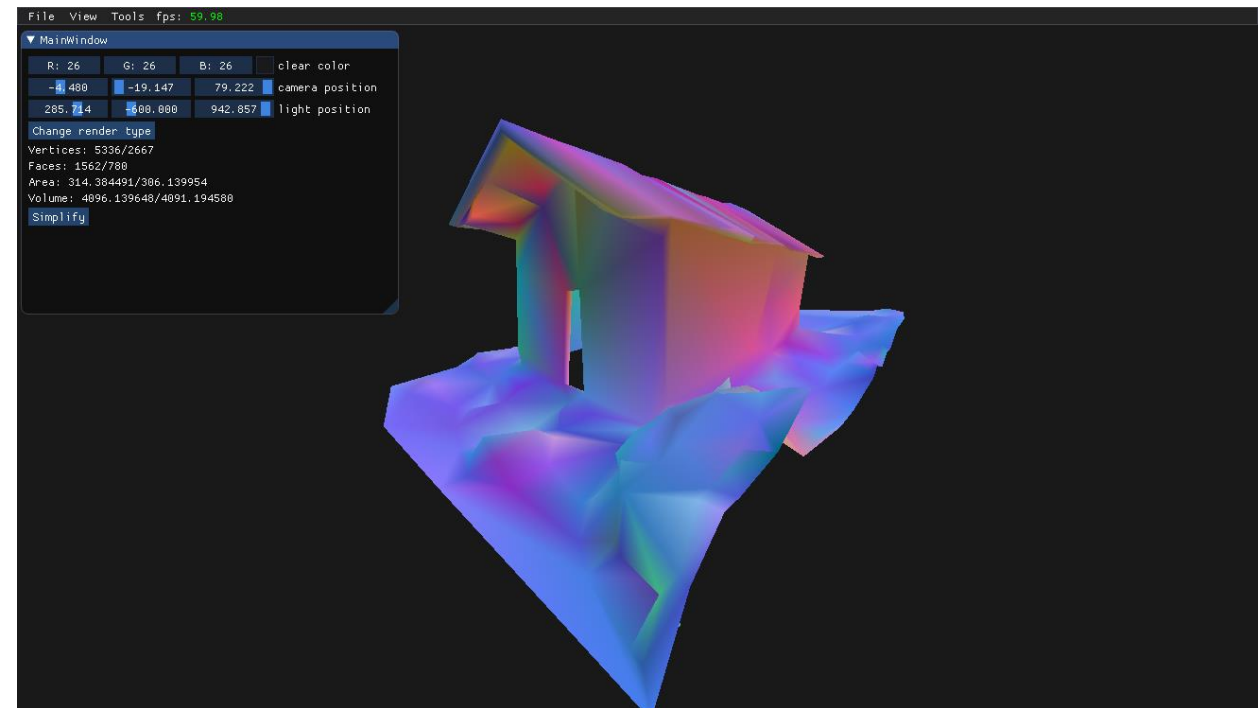


Рисунок 7 – Упрощенная модель