

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.

Санкт-Петербург, 2021

Актуальность

- Активное использование сенсоров машинного зрения для создание 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 способы 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 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)
- Определение позиции для новой вершины

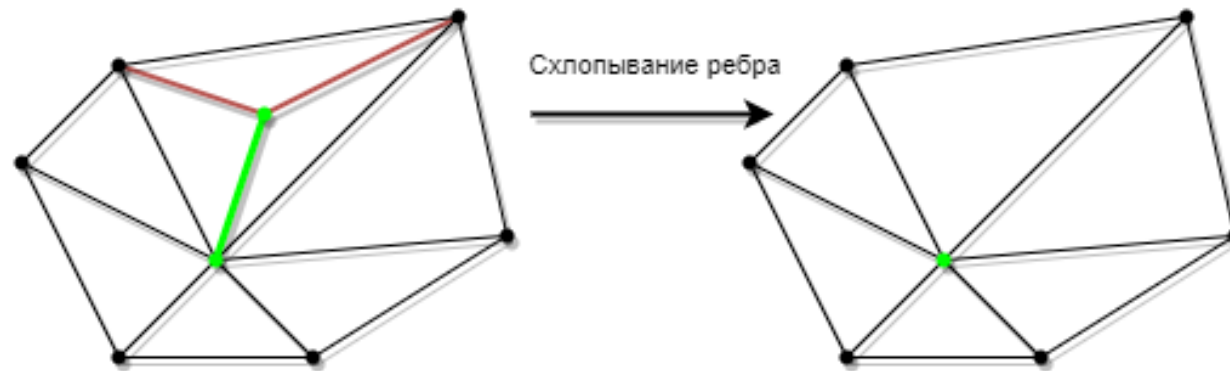


Рис. 1 – Схлопывание ребра

Реализация алгоритма упрощения. Обработка параметров вершин

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

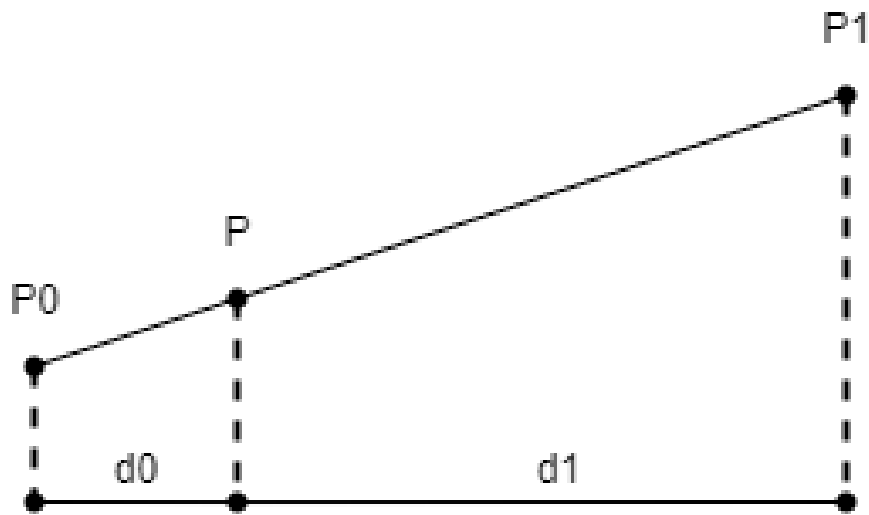


Рис. 2 – Линейная интерполяция двух вершин

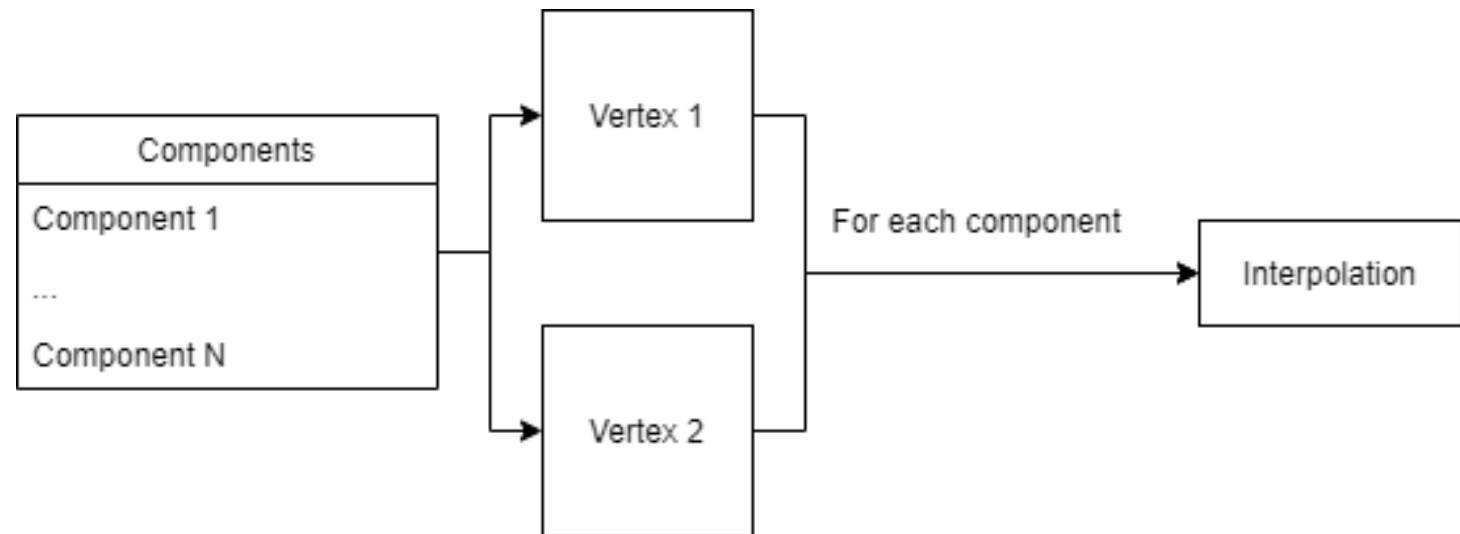


Рис. 2 – Генерация данных новой вершины

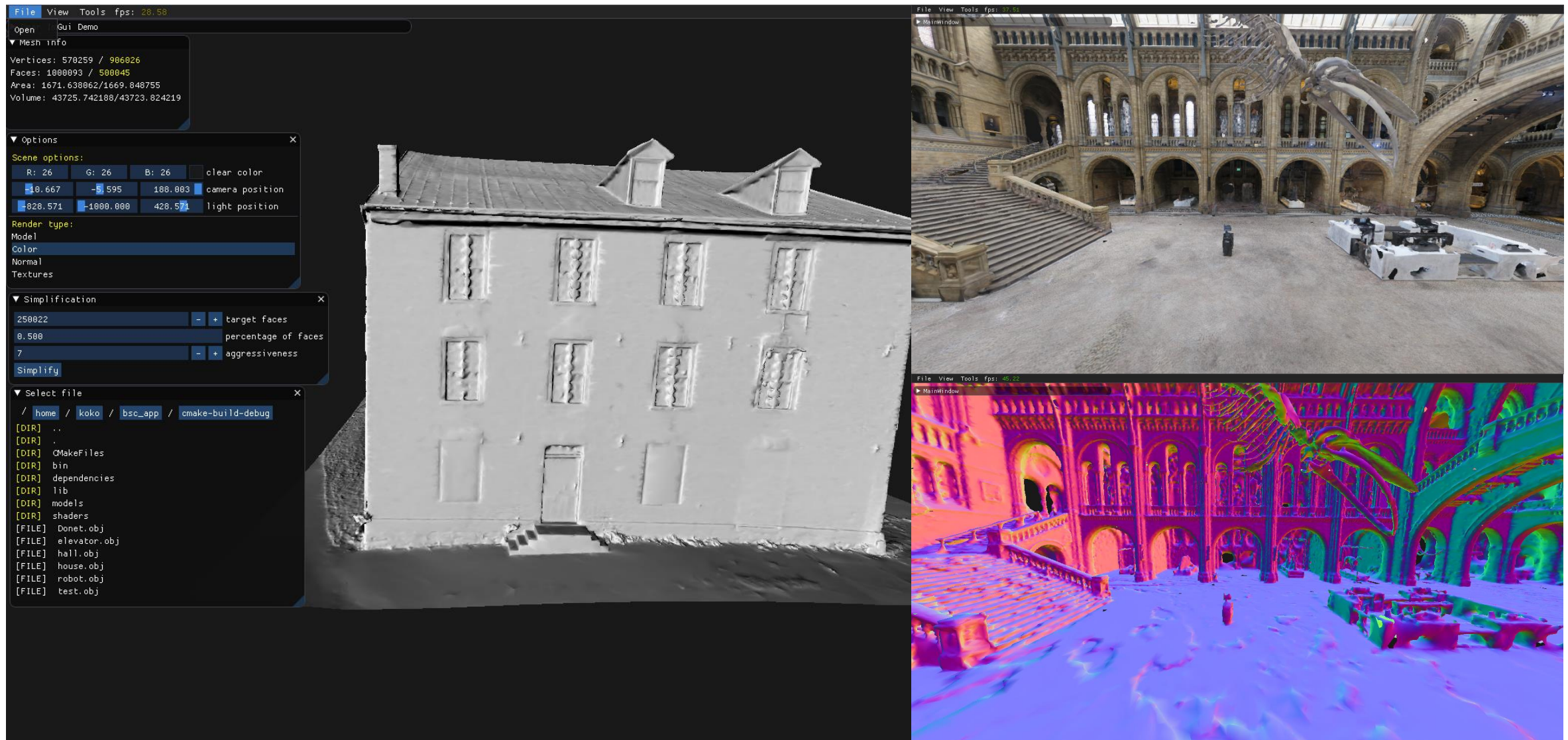
Реализация инструмента упрощения

- 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



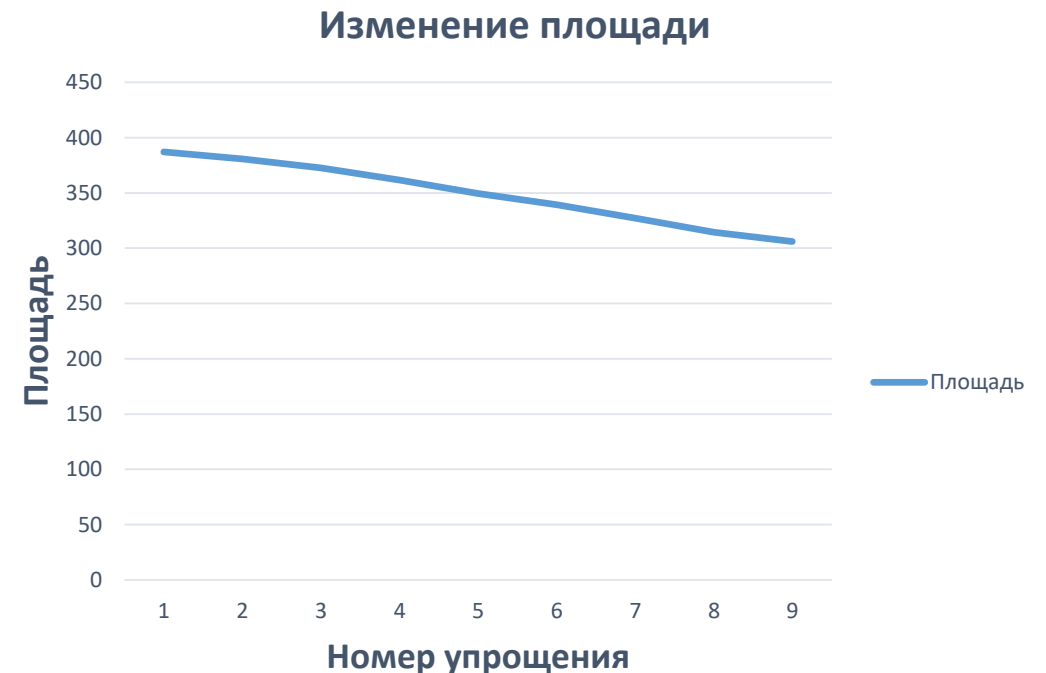
Рис. 4 – Сценарий использования

Интерфейс



Анализ разработанного инструмента

Результаты изменения объема и площади модели при упрощении 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 объемов, площади, линейных размеров
4. Проанализированы результаты работы реализованного алгоритма 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>