

3D renderer с нуля

Программный проект

Смородинов Александр, БПМИ192

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент
Трушин Дмитрий Витальевич

Факультет Компьютерных Наук
НИУ ВШЭ (Москва)

Июнь 2021

Содержание

1 Постановка задачи

2 Пайплайн отрисовки 3D объектов (краткая теория)

3 Что было сделано

4 Детали реализации

Содержание

1 Постановка задачи

2 Пайплайн отрисовки 3D объектов (краткая теория)

3 Что было сделано

4 Детали реализации

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.
- Написать с нуля приложение, в котором пользователь может в реальном времени:

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.
- Написать с нуля приложение, в котором пользователь может в реальном времени:
 - Перемещаться по трёхмерной сцене.

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.
- Написать с нуля приложение, в котором пользователь может в реальном времени:
 - Перемещаться по трёхмерной сцене.
 - Менять различные параметры объектов сцены.

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.
- Написать с нуля приложение, в котором пользователь может в реальном времени:
 - Перемещаться по трёхмерной сцене.
 - Менять различные параметры объектов сцены.
 - Менять параметры источников света, камеры и экрана.

Постановка задачи

Задача проекта:

- Изучить и реализовать алгоритмы отрисовки трёхмерных объектов на экране.
- Написать с нуля приложение, в котором пользователь может в реальном времени:
 - Перемещаться по трёхмерной сцене.
 - Менять различные параметры объектов сцены.
 - Менять параметры источников света, камеры и экрана.
- При этом программа должна иметь минимальное количество зависимостей от сторонних библиотек и быть кроссплатформенной.

Содержание

1 Постановка задачи

2 Пайплайн отрисовки 3D объектов (краткая теория)

3 Что было сделано

4 Детали реализации

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Перевести треугольник из локальной системы координат в глобальную

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Перевести треугольник из локальной системы координат в глобальную
 - Перевести треугольник из глобальной системы координат в пространство камеры

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Перевести треугольник из локальной системы координат в глобальную
 - Перевести треугольник из глобальной системы координат в пространство камеры
 - Выполнить clipping - отсечение невидимых частей треугольника, то есть лежащих вне пирамиды зрения.

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Выполнить *clipping* - отсечение невидимых частей треугольника, то есть лежащих вне пирамиды зрения.

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Выполнить clipping - отсечение невидимых частей треугольника, то есть лежащих вне пирамиды зрения.
 - Выполнить перспективное преобразование пространства (то есть преобразовать пирамиду зрения в куб).

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Выполнить clipping - отсечение невидимых частей треугольника, то есть лежащих вне пирамиды зрения.
 - Выполнить перспективное преобразование пространства (то есть преобразовать пирамиду зрения в куб).
 - Перевести полученные нормализованные экранные координаты в пиксельные экранные координаты.

Пайплайн отрисовки 3D объектов

Шаги, необходимые для того, чтобы преобразовать трёхмерный объект в набор пикселей на экране компьютера:

- Представить 3D объект в качестве модели, состоящей из треугольных граней
- Для каждого треугольника:
 - Выполнить clipping - отсечение невидимых частей треугольника, то есть лежащих вне пирамиды зрения.
 - Выполнить перспективное преобразование пространства (то есть преобразовать пирамиду зрения в куб).
 - Перевести полученные нормализованные экранные координаты в пиксельные экранные координаты.
 - Растеризовать 2D треугольник в экранных координатах с использованием z-буфера, корректной интерполяции различных параметров шейдера, отвечающего за вычисление цвета каждого пикселя треугольника.

Содержание

1 Постановка задачи

2 Пайплайн отрисовки 3D объектов (краткая теория)

3 Что было сделано

4 Детали реализации

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Возможность загрузки 3D моделей в формате wavefront .obj с диска:

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Возможность загрузки 3D моделей в формате wavefront .obj с диска:
 - Только треугольные грани.

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Возможность загрузки 3D моделей в формате `wavefront .obj` с диска:
 - Только треугольные грани.
 - Нет поддержки `.mtl` файлов, в которых задаются материалы модели (впрочем это и не входило в задачи проекта).

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Возможность загрузки 3D моделей в формате `wavefront .obj` с диска:
 - Только треугольные грани.
 - Нет поддержки `.mtl` файлов, в которых задаются материалы модели (впрочем это и не входило в задачи проекта).
 - Но для 3D модели можно вручную указать одну диффузную карту (`diffuse map`) и одну карту нормалей (`normal map`).

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Возможность загрузки 3D моделей в формате `wavefront .obj` с диска:
 - Только треугольные грани.
 - Нет поддержки `.mtl` файлов, в которых задаются материалы модели (впрочем это и не входило в задачи проекта).
 - Но для 3D модели можно вручную указать одну диффузную карту (`diffuse map`) и одну карту нормалей (`normal map`).
- Есть поддержка вершинных и фрагментных шейдеров (`vertex/fragment shader`) по аналогии с `opengl`, что позволяет отрисовывать 3D сцены практически произвольной сложности.

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Есть поддержка так называемых "кубических" (cubemap) текстур, которые можно использовать для моделирования skybox-ов (неба/горизонта/фоновых объектов, находящихся далеко от 3D сцены).

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Реализован практически полноценный, хотя и довольно примитивный редактор сцены, позволяющий добавлять в сцену и удалять из неё объекты, менять типы отрисовки объектов и другие параметры.

Что было сделано

Был реализован весь вышеописанный пайплайн, были изучены все алгоритмы, участвующие в нём.

Особенности приложения:

- Реализован практически полноценный, хотя и довольно примитивный редактор сцены, позволяющий добавлять в сцену и удалять из неё объекты, менять типы отрисовки объектов и другие параметры.
- Примеры работы программы будут после следующей секции.

Содержание

1 Постановка задачи

2 Пайплайн отрисовки 3D объектов (краткая теория)

3 Что было сделано

4 Детали реализации

Зависимости

- glm 0.9.9

Зависимости

- glm 0.9.9
- sfml 2.5.1

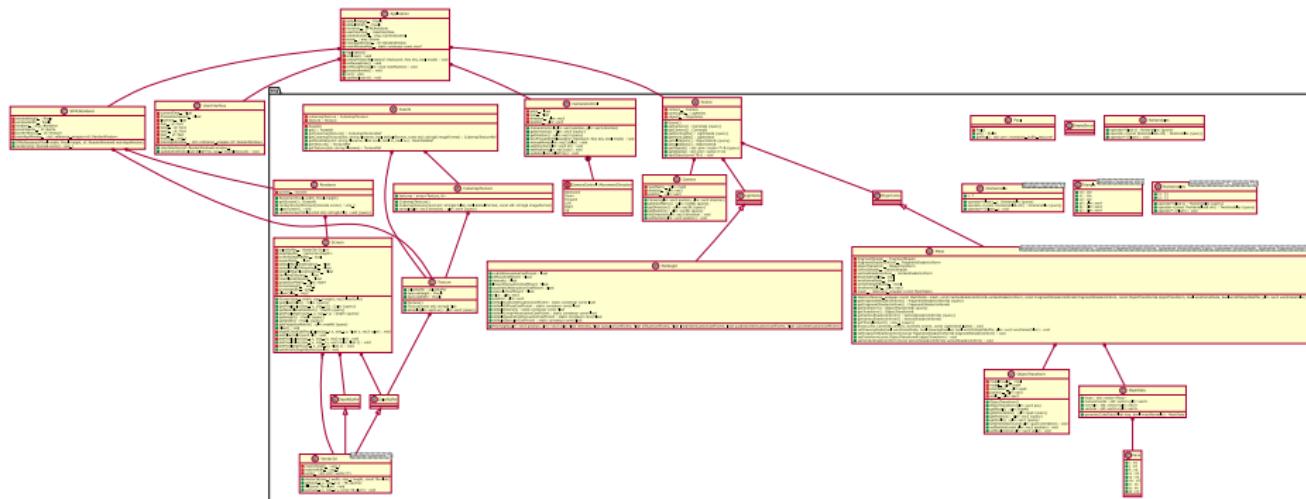
Зависимости

- glm 0.9.9
- sfml 2.5.1
- stb_image 2.26

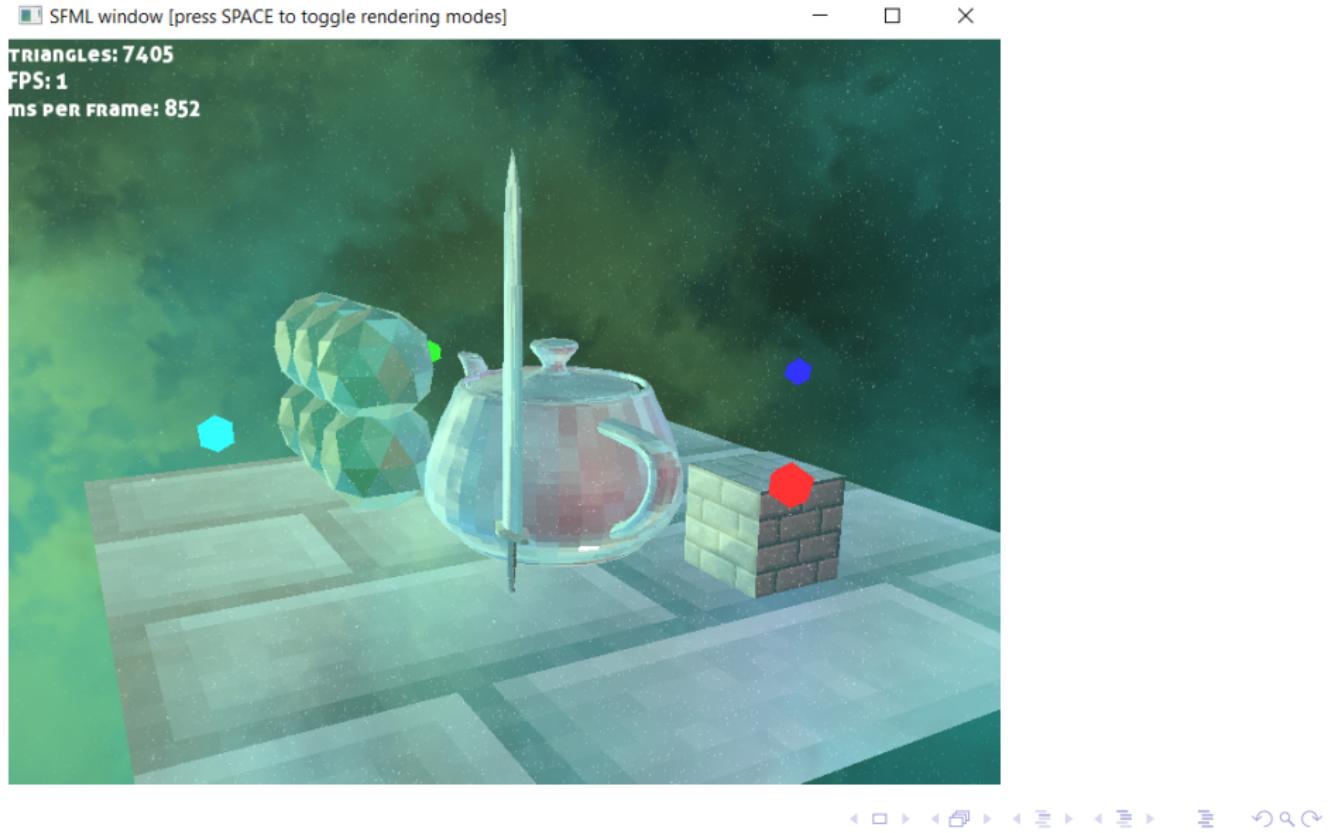
Зависимости

- glm 0.9.9
- sfml 2.5.1
- stb_image 2.26
- Dear ImGui 1.8.3

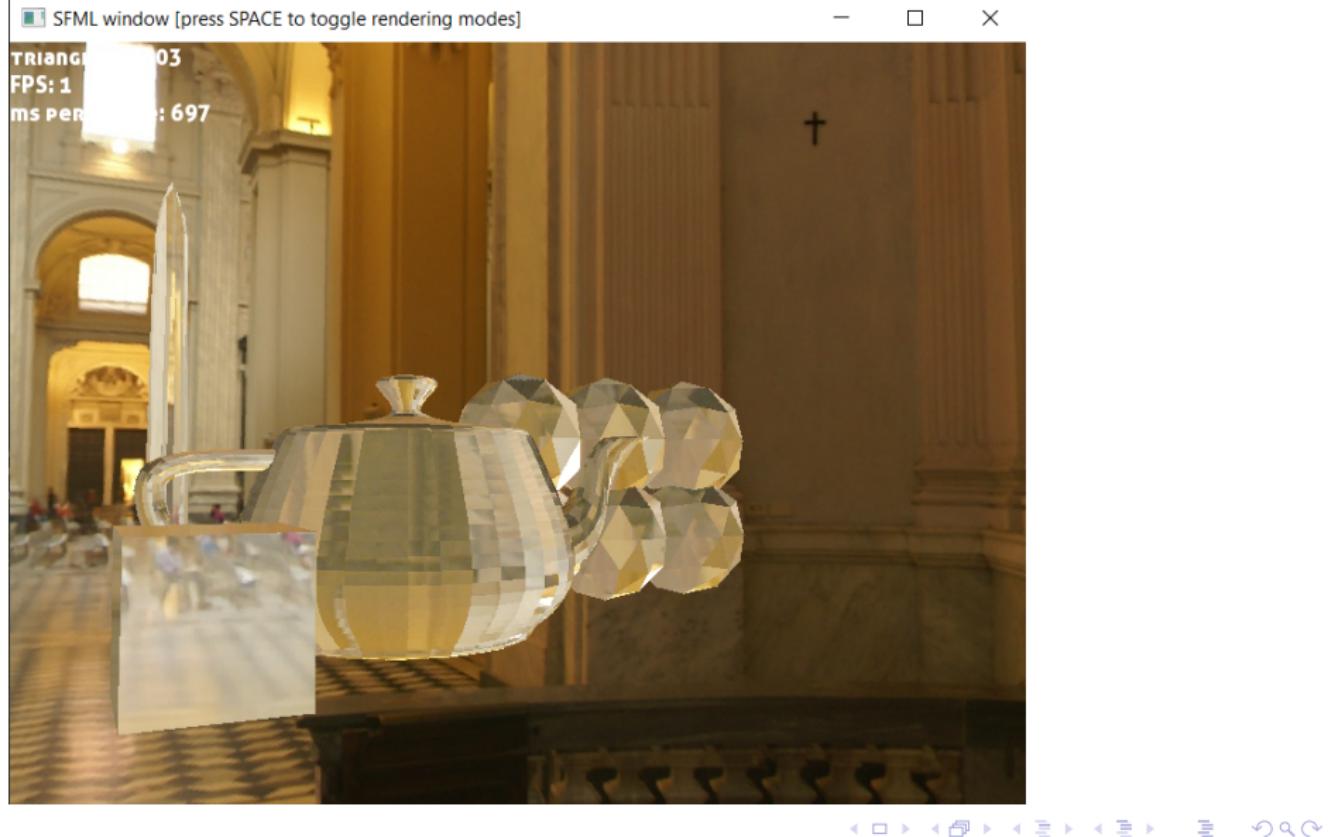
Диаграмма классов



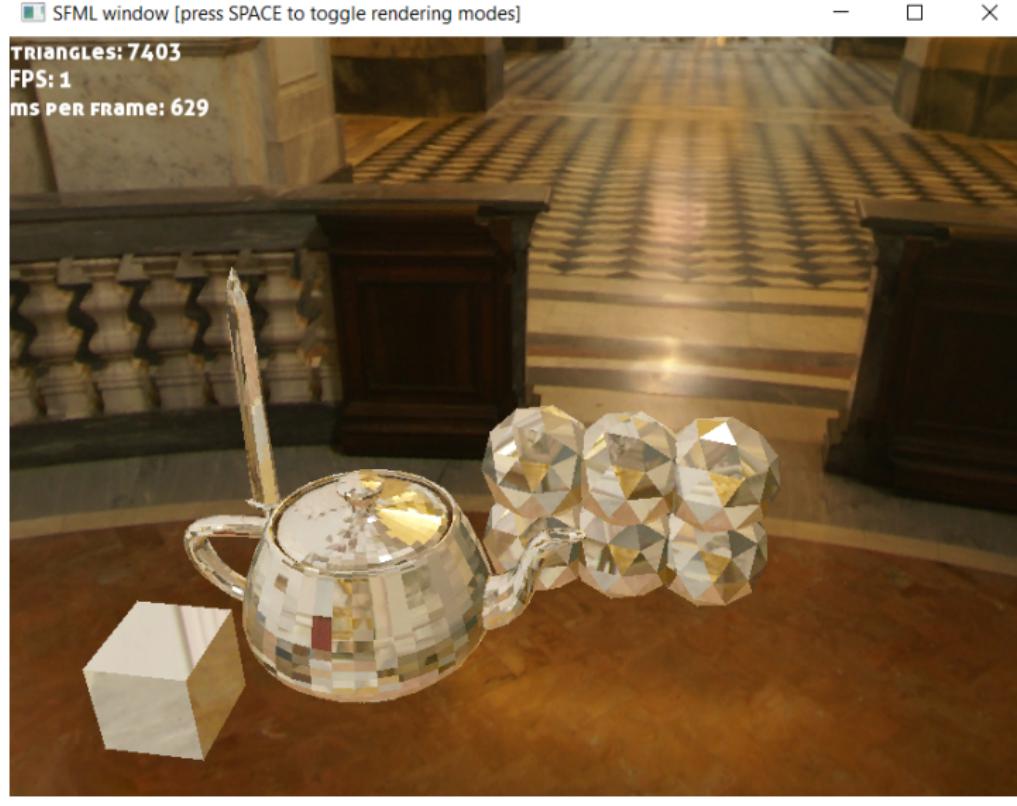
Результаты работы



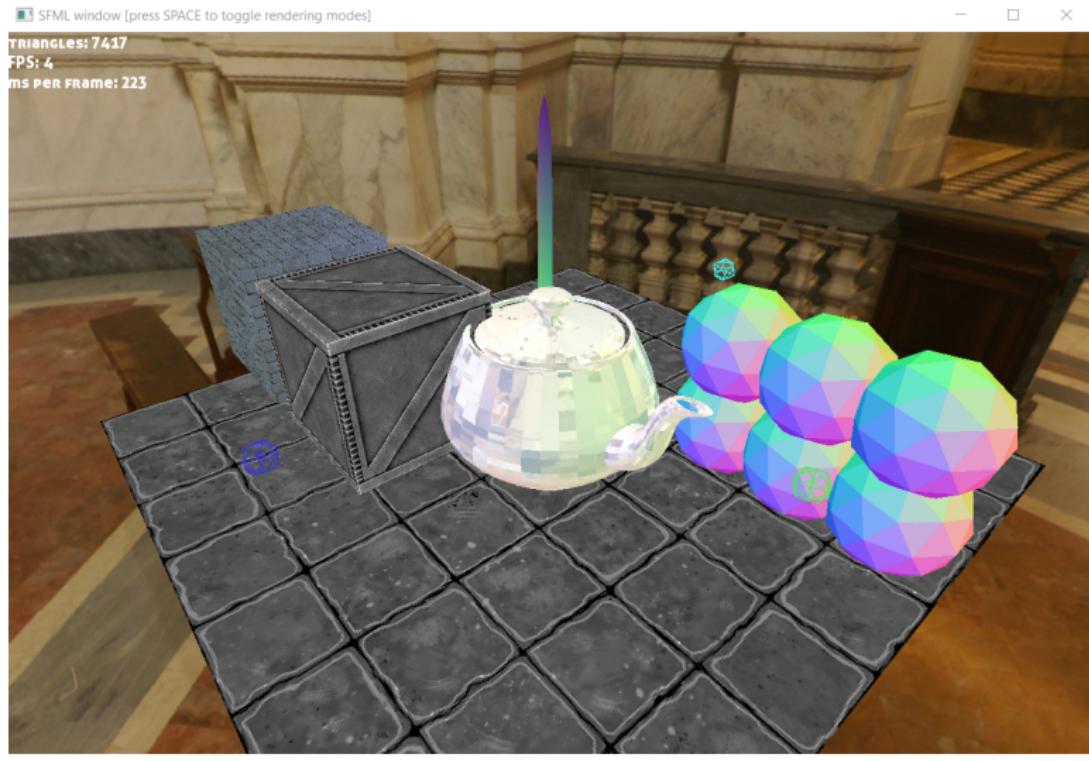
Результаты работы



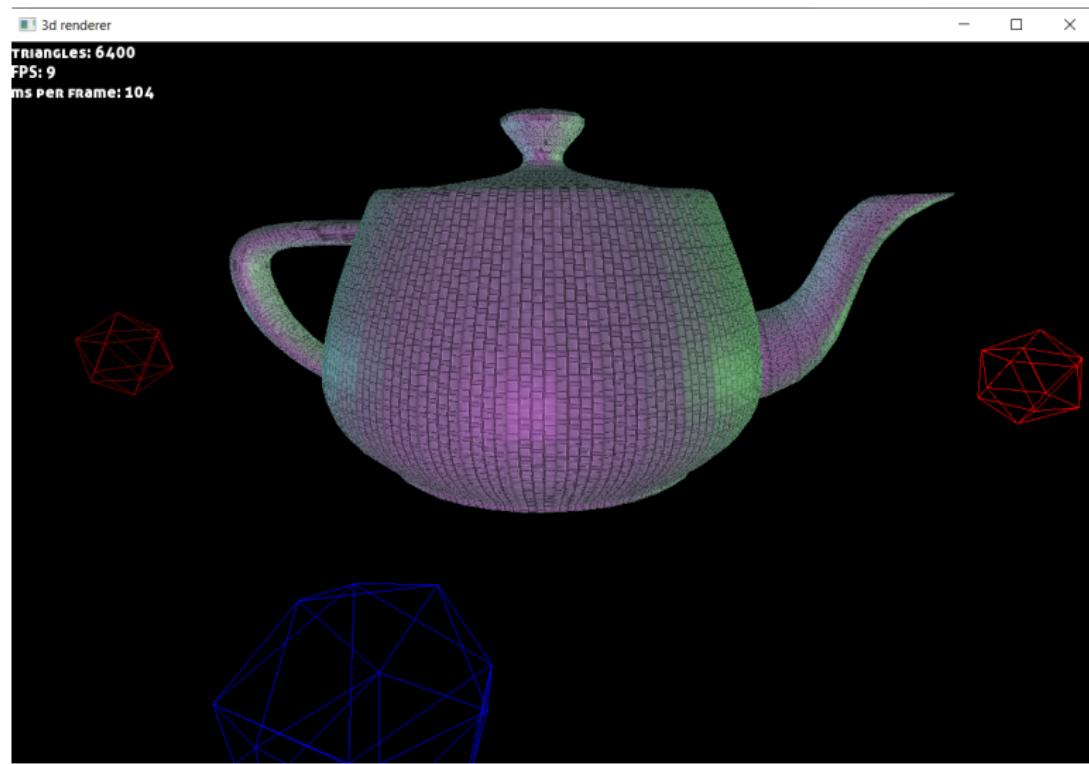
Результаты работы



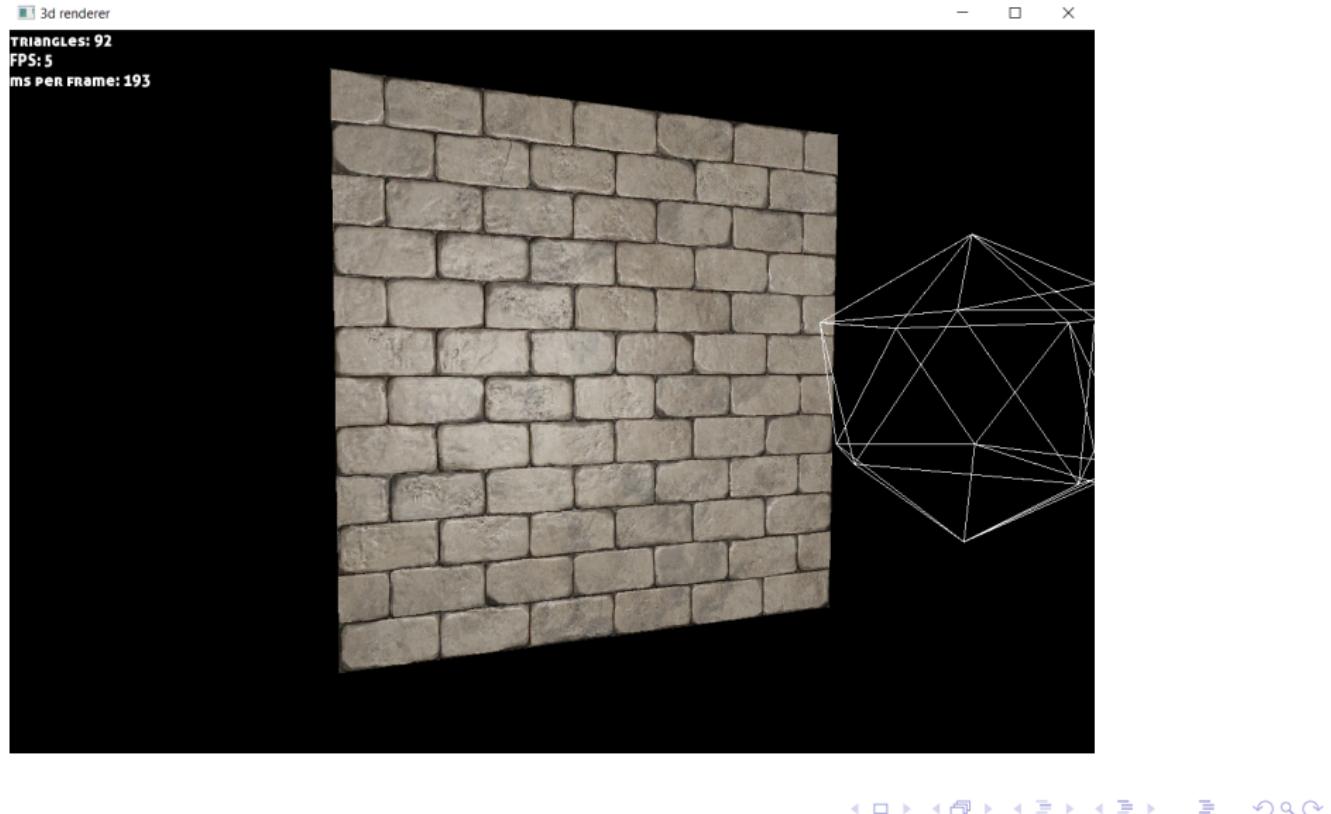
Результаты работы



Результаты работы



Результаты работы



Спасибо за внимание.