

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА РЕНДЕРИНГА

Кирьяков Ф. М. (Самарский государственный технический университет)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Камальдинова З.Ф.

(Самарский государственный технический университет)

**Введение.** Рендеринг в рамках 3D-моделирования – это процесс, моделирующий физические законы, в первую очередь связанные с оптикой и кинематикой. Мы будем рассматривать только работу с оптикой. Для этого движок рендеринга воспроизводит движение лучей, просчитывая все его взаимодействия, такие как преломление, отражение и поглощение со всеми объектами, вступающими с ним в контакт. Это весьма трудоемкий процесс и на одном персональном компьютере, в зависимости от сложности модели, и требуемого качества рендера (получаемого изображения), может занимать не один час.

Сократить время, требуемое на завершение рендеринга можно с помощью наращивания вычислительной мощности, что можно произвести двумя способами: вертикальным её масштабированием и горизонтальным. Вертикальное масштабирование подразумевает улучшение имеющихся комплектующих компьютера, горизонтальное же масштабирование подразумевает задействование других вычислительных машин или их отдельных компонентов.

В процессе рендеринга моделируется множество световых лучей, которые, как известно из физики, не влияют ни на общую модель, ни на другие лучи, что говорит о возможности параллельного вычисления каждого моделируемого луча. Исходя из этого, сказать, что процесс рендеринга не просто имеет хороший потенциал распараллеливания, а практически не имеет в этом ограничений.

**Основная часть.** Возьмем, как пример, задачу сгенерировать рендер размером 1920 на 1080 пикселей, это самый распространенный размер экранов на данный момент, и, как следствие, основной доли видео-контента в сети Интернет. Если упростить схему подсчета необходимого количества лучей на пиксель до предположения, что на один пиксель требуется один луч, можно распределить задачу рендеринга так, что каждая подзадача будет заключаться в рендеринге одного пикселя. При этом, таких подзадач будет чуть больше двух миллионов.

К примеру, одна из мощнейших видеокарт на данный момент, Nvidia GeForce 4090 может предоставить 16384 вычислительных ядра [1]. И даже с таким количеством, каждое ядро будет обрабатывать более сотни лучей последовательно. На практике же проверено, что при реальном рендеринге изображения с использованием графического процессора, будущий рендер разделяется на множество блоков, каждый из которых рендерится последовательно при том, что в это время полностью задействованы все ядра используемого процессора.

Рассмотрим домашний персональный компьютер обычного пользователя. Очень мало людей использует вычислительные мощности своих компьютеров более, чем на половину большую часть периода его использования. Так, чтобы полностью создать модель какого-либо объекта, а затем получить её рендер, пользователь проводит большую часть за компьютером в режиме моделирования, который поддерживается полностью центральным процессором. Графический процессор может задействоваться только когда пользователю понадобится сгенерировать некоторые предварительные изображения текущей модели.

Представим все компьютеры пользователей как один вычислительный кластер. В любой момент времени, наибольшая половина вычислительных машин будет либо полностью бездействовать, либо загружена менее чем на половину. И лишь небольшая часть из них будет загружена полностью. В представляемой системе легко заметить низкую слаженность работы отдельных её частей – пока одни компьютеры работают на пределе своих возможностей, другие бездействуют.

Система распределенного рендеринга – это система, позволяющая решить данную проблему путем перераспределения задач между пользователями. Она предполагает реализацию в виде

клиент-серверного приложения, где серверная часть организует разбиение задач и распределение между наименее загруженными участниками системы, а клиентское приложение связанное, с серверной частью, содержит рендер-движок, который и осуществляет сам рендеринг.

Технологически система работает следующим образом: пользователь отправляет на сервер модель, рендер которой необходимо получить, затем сервер отбирает наименее загруженных клиентов, между которыми будут задействованы в рендеринге этой модели, и разбивает рендер-задачу на подзадачи, размер которых соотносится с вычислительными мощностями каждого компьютера – клиента. Далее подзадачи распределяются и сервер ожидает их выполнения. После окончательного выполнения всех подзадач, сервер компоует всё в один рендер и возвращает пользователю.

Пилотный проект предполагает совместимость с моделями, разработанные в среде 3D-моделирования Blender [2], которые предполагают дальнейшую обработку рендер-движком Cycles. Первый поддерживаемый движок был выбран не случайно, он используется в одной из самых распространенных среде 3D-моделирования, а также, является доступным для сторонних разработчиков, так как имеет открытый исходных код [3].

Чтобы поддерживать баланс между клиентами, предоставляющими свои мощности и клиентами, их потребляющими, на платформе системы будет введена виртуальная валюта. Она будет начисляться при предоставлении своих мощностей системе и будет зависеть непосредственно от объемов произведенных вычислений. Расходиться виртуальная валюта будет при отправлении запроса на получение рендера.

Данная система обеспечит грамотное распределение вычислительных мощностей между участниками, что исключит необходимость в продолжительных высоких нагрузках на компьютер при рендеринге. А также, в клиент-приложении можно будет настроить ограничение потребляемой мощности компьютера, что и будет основой безопасности нового подхода к рендерингу.

**Выводы.** Разрабатываемая система позволит как начинающим, так и профессионалам в сфере 3D-моделирования получать рендер модели в сроки, недоступным даже для специализированных серверных решений.

Ключевой особенностью данной системы является отсутствие ограничения в горизонтальном масштабировании из-за специфики процесса рендеринга и отсутствия ограничений на суммарное количество участников системы.

Распределение рендер-задачи, требующей час непрерывной работы одного компьютера, между тысячами человек позволит получить его чуть больше, чем за три с половиной секунды.

#### **Список использованных источников:**

1. Официальный сайт Nvidia GeForce 4090: сайт. – URL: <https://www.nvidia.com/ru-ru/geforce/graphics-cards/40-series/rtx-4090> (дата обращения: 22.02.2023). – Текст: электронный.
2. Blender – официальная документация: сайт. – URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest> (дата обращения: 22.02.2023). – Текст: электронный.
3. Репозиторий исходного кода: сайт. – URL: <https://github.com/blender/cycles> (дата обращения: 22.02.2023). – Текст: электронный.