

Решение уравнения рендеринга с помощью метода трассировки пути.

Чебоненко В.В. Магистрант, Технологии виртуализации и облачных вычислений, 1-40 81 02

БГУИР, Кафедра электронных вычислительных машин.

Минск, Республика Беларусь.

E-mail: chebonenko.v@gmail.com

Рендеринг (англ. rendering – “визуализация” [1]) – это фундаментальный компонент компьютерной графики, на высоком уровне абстракции, рендеринг – это процесс конвертации описания трехмерных объектов в изображение. Алгоритмы для анимации, геометрического моделирования, симуляции и других областей компьютерной графики, все должны быть пропущены через определенную стадию рендеринга, для того, что бы результат их работы мог стать видимым на изображении.

Рендеринг можно поделить на два типа, первый с необходимостью в предоставлении результатов в режиме реального времени, в таком случае изображение просчитывается с частотой от 30 кадров в секунду и выше, и второй тип без этой необходимости или отложенный рендеринг, где нет надобности поддерживать высокую частоту кадров в секунду, а кадры собираются в единый поток позже, на этапе сборки [2]. Оба типа широко применяются в первом случае, для производства интерактивной трехмерной графики (игры, симуляторы, дополненная реальность), второй для трехмерной графики в киноиндустрии, визуализации, рекламной продукции т.д. Основным критерием качества рендеринга является фотореалистичность получаемого изображения, и этот фактор напрямую зависит от выбранной технологии рендеринга. В случае с рендерингом в режиме реального времени в виду ограничения со стороны аппаратных средств, для получения изображения используется метод растеризации изображения [2], в то время как во втором случае используется метод позволяющий симулировать физические законы распространения света для каждого пикселя изображения отдельно. Так или иначе но обоими типами рендеринга пытаются решить примерно одну и ту же задачу, а именно решить так называемое уравнение рендеринга [3].

где:

– количество излучения, исходящего вдоль направления из точки ; – излученный, отраженный свет; – угол отражения; – интеграл по полусфере; – приходящие излучение; – направления приходящего излучения.

Решение этого уравнения и влечет за собой нагрузку на аппаратные средства, что накладывает ограничения в использовании принципов отложенного рендеринга, для получения изображения в режиме реального времени. Однако с ростом производительности графических процессоров (англ. GPU graphics processing unit [1]), а также появлением технологий неспециализированных вычислений на графических процессорах [4] (GPGPU General-purpose computing on graphics processing units [1]), это ограничение постепенно уходит.

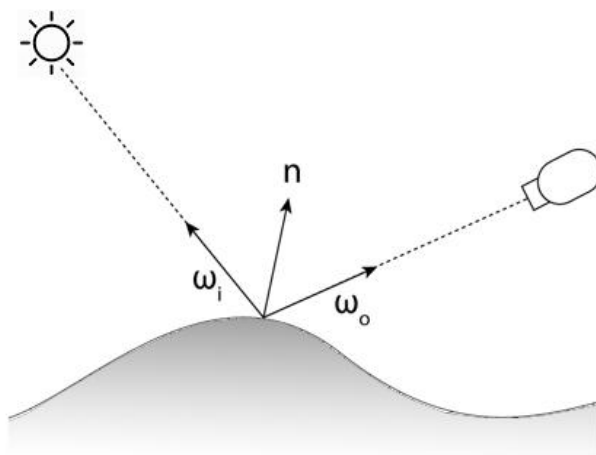


Рисунок 1 – Схематическое изображения лучей участвующих в решении уравнения рендеринга

В традиционном варианте для отложенных рендеров применяется метод трассировки луча, в таком случае из точки наблюдения по направлению к наблюдаемым объектам пускается луч который при соприкосновении с поверхностью, из точки соприкосновения выпускает второстепенные лучи в стороны источников освещения, и имея данные о этих источниках света, свойствах поверхности в точки соприкосновения, а так же углах падения и отражения – решает уравнение рендеринга. Этот метод является детерминированным поскольку итоговый луч всегда достигает источника освещения.

В случае метода трассировки пути речь идет о исключительно стохастическом методе, когда луч, исходящий из точки наблюдения,

пересекаясь с объектом наблюдения выбирает направление для второстепенного луча случайным образом, и то же самое справедливо и для последующих лучей. Получается, что есть вероятность того, что лучи могут в принципе не достигнуть источника освещения, но ключевым в методе трассировки пути является то, что такие лучи тем не менее участвует в вычислениях итогового результата, с той лишь разницей что для луча не достигшего источника освещения не ведется никаких математических расчетов, в то время как если в итоге луч все таки достигает источника освещения, тогда в обратную сторону, по пути его распространения в сцене, отсюда и название – трассировка пути, начинается решения уравнения рендеринга.

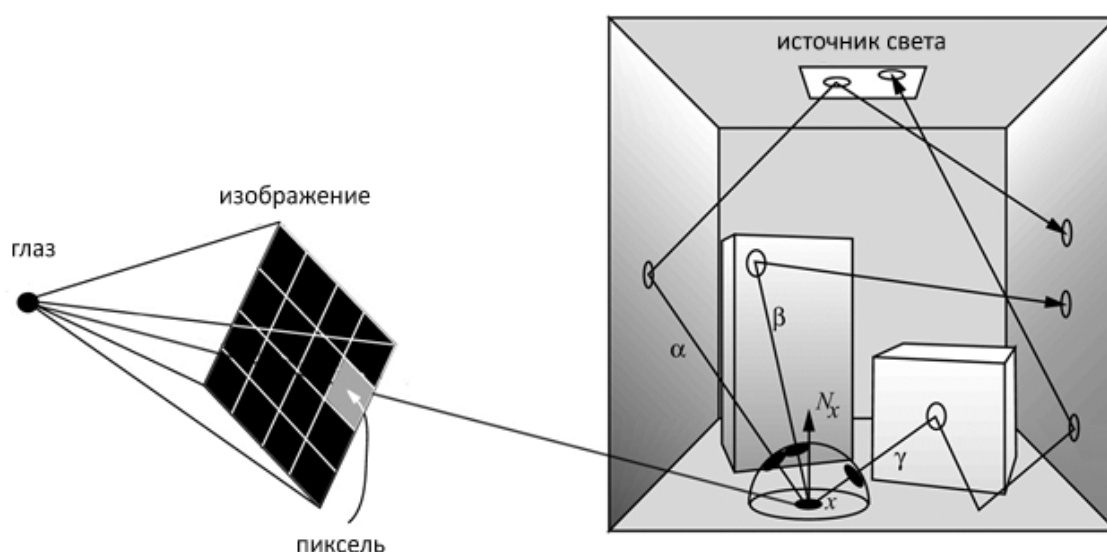


Рисунок 2 – Схематическое изображение принципа трассировки пути

Метод трассировки пути основывается на так называемом методе Монте-Карло. Термин Монте-Карло впервые был использован Улом и вон Ньюменом [1] как кодовое слово для стохастической симуляции. Используя метод Монте-Карло, рассчитывается интеграл на основе случайно выбранных замеров в области интегрирования. В нашем случае целью является расчет энергетической яркости которая испускается из заданной точки в сцене.

Взяв случайную функцию $f(x)$, в интервале от $[a, b]$ и равномерно выбрав N случайных замеров на этом интервале мы получим:

где x –это замеры случайной функции.

Равномерная выборка результатов замеров, обеспечивает гарантию сходимости функции, но скорость сходимости будет достаточно низкая, и в некоторых случаях, может привести к высокой дисперсии в конечном результате. Основное решение для таких случаев является использование неоднородного распределения с применением плотностной вероятности.

Используя различные техники распределения [4], возможно увеличить или уменьшить скорость сходимости симуляции методом Монте-Карло.

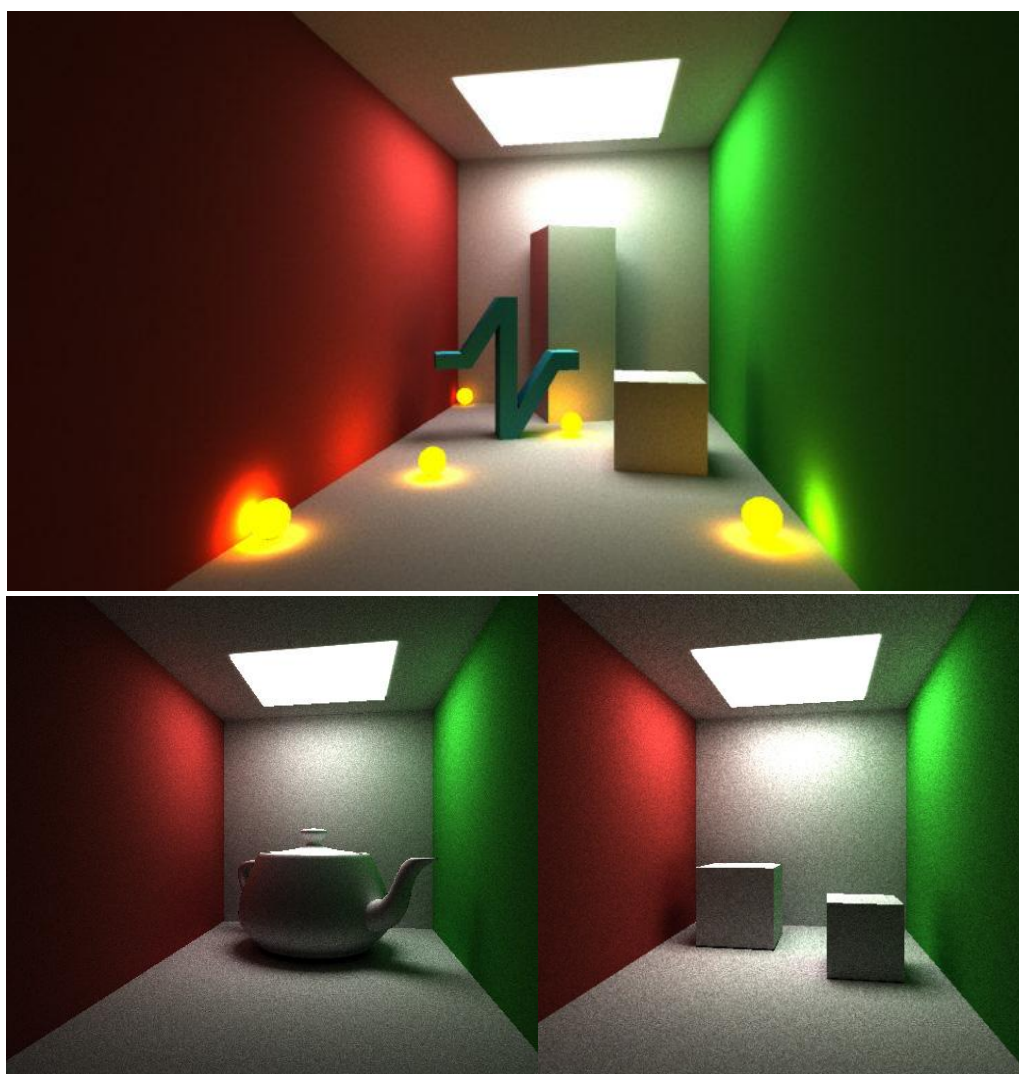


Рисунок 3 – Результаты, полученные с использованием метода трассировки пути [6]

Список литературы:

- [1] Wikipedia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>
- [2] Gregory, J. *Game Engine Architecture* : book / A K Peters Ltd. – 2009.
- [3] Kajiya, J. T. The rendering equation : paper / California Institute of Technolog. – Pasadena, Ca, 1986.
- [4] Otte, V. Path tracing on GPU : thesis / Masarykova univerzita. – Brno, Spring 2013.
- [5] Carr, R. Path tracing non-bias solution: paper / 2009. [4] Казённов, А. М. Основы технологии CUDA : справ. пособие / .:МФТИ – 2010.
- [6] Чебоненко, В.В. Визуализация трехмерной сцены на GPU и CPU : курсовая работа / БГУИР. – 2015.