DOI: 10.17117/na.2015.10.03.233

Поступила (Received): 27.10.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.233.pdf>

Сесин И.Ю., Холкин И.И. Рендеринг – состояние и перспективы

Sesin I.Yu., Kholkin I.I.
Rendering – current state of affairs and prospects

В статье рассматривается ряд основополагающих методов рендеринга, даётся краткий обзор их преимуществ, недостатков, особенностей использования и занимаемой ниши. Производится оценка их дальнейших перспектив с учетом исторического развития и использования этих методов

Ключевые слова: рендеринг, трассировка лучей, трассировка путей

Article covers set of essential rendering methods and provides short overview of each of them, noting usage specifics, their advantages and disadvantages. On basis of their historical evolution and usage, an estimation of their prospects is given

Key words: rendering, ray tracing, path tracing

Сесин Игорь Юрьевич

Бакалавр, магистрант

Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники

г. Москва, проспект Вернадского, 78

Sesin Igor Yurevich

Bachelor, Master

Moscow state university of information technologies, radio engineering and electronics

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Холкин Игорь Иванович

Кандидат технических наук, доцент

Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники

г. Москва, проспект Вернадского, 78

Kholkin Igor Ivanovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Moscow state university of information technologies, radio engineering and electronics

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Рендеринг (англ. rendering – «визуализация») в терминах компьютерной графики – процесс получения растрового изображения, исходя из некоторого описания визуализируемых объектов (модели или сцены) с использованием компьютерных технологий.

Рендеринг применяется в самых различных областях в рамках разных условий. Как правило, выделяют две большие группы методов рендеринга: методы рендеринга реального времени и методы пре-рендеринга (так же известные как методы рендеринга «On-Demand» («по требованию»)).

Группа методов рендеринга реального времени ориентирована на получение результата за очень малый промежуток времени, чаще всего для того, чтобы обновлять картинку в реальном времени – отсюда и название этой группы методов. Для достижения быстрогодействия эти методы прибегают, как к различным математическим аппроксимациям, так и просто алгоритмиче-

ским ухищрениям для создания иллюзии оптических эффектов, “честный” об-счет которых занял бы существенное время. При этом, если для медленного алгоритма создания того или иного эффекта не найдется быстрого аналога, то от использования данного эффекта, скорее всего, придется отказаться.

Подобные методы рендеринга используются в любых приложениях, требующих вывода изображения сцены с максимальной скоростью, таких как компьютерные игры, симуляторы, программы для работы с трехмерной графикой.

Методы пре-рендеринга преследуют создание наиболее качественной картинки, с существенно большей квотой времени работы над одним кадром. Подобные методы алгоритмически сложны, и используют большое количество расчетов, чтобы учесть максимальное количество факторов при генерации картинки. При этом диапазон поддерживаемых ими оптических эффектов существенно выше, нежели у группы методов реального времени, и, что важно, обсчет этих методов проходит “честно”, что гарантирует их правильное поведение вне зависимости от сложности сцены.

Методы пре-рендеринга применяются, как в процессе создания специальных эффектов для фильмов, так и при создании анимационных фильмов полностью на базе компьютерной графики.

Выделяют четыре основных технических подхода к рендерингу.

Метод растеризации является методом рендеринга реального времени. Он основывается на отображении треугольников на плоскость экрана методами проективной геометрии. Данный метод является наиболее распространённым и старым из методов рендеринга, и он оказал большое влияние на развитие аппаратного обеспечения, предназначенного для графических вычислений, в конечном счёте, приведя к созданию «графического конвейера». Растеризация треугольников – быстрая операция, однако она, естественно, требует того, чтобы все примитивы в сцене были представлены оными. Иными словами, растеризация в наиболее распространенном своём виде может работать только с массивами треугольников, и не может поддерживать гладкие поверхности, такие как, например, идеальная сфера, требуя вместо этого аппроксимацию сферы треугольниками еще на этапе создания примитива. Зачастую это может быть заметно, но следует отдельно выделить, что эта проблема не может быть решена напрямую в данном методе, вместо этого используются наращивание количества треугольников, а так же техники сглаживания и затенения, позволяя создать иллюзию гладкой поверхности.

Метод растеризации поддерживается подавляющим большинством графических спецификаций, такими, как например, OpenGL [1].

Метод рейкастинга (англ. Raycasting – бросание лучей, впервые термин использовал Скотт Рот [2]) основывается на вычислении пересечения лучей, испускаемых камерой через проекционный экран, и примитивов сцены. Он более сложен математически, но это компенсируется его гибкостью. Если можно математически вычислить точку пересечения луча и примитива, значит, этот примитив можно использовать вместе с методом рейкастинга. На данный момент рейкастинг в чистом виде практически не используется, так как более

быстрый метод растеризации дает более качественные результаты. С текущим уровнем развития техники и наращивания частот видеокарт метод рейкастинга в своём чистом виде может быть использован в качестве метода реального времени.

Метод трассировки лучей (англ. Raytracing [3]) является плодом развития идей метода рейкастинга. Вместо того чтобы определять цвет при помощи одного луча, было предложено при попадании в примитив продолжать рекурсивно пробивать отраженные и преломленные лучи, а так же использовать по одному «теневому» лучу для определения видимости источников света из конкретной точки. Это позволило вывести качество получаемого изображения на новый уровень. Стало возможно получать изображения с использованием правильных отражений и преломлений, так же стало относительно просто определять освещенность поверхности. Ранее метод трассировки лучей можно было классифицировать исключительно как метод пре-рендеринга из-за большой вычислительной сложности, но в настоящее время, при правильной оптимизации алгоритмов и распараллеливании вычислений на видеокарте вполне возможно добиться критерия обновления изображения в реальном времени (т.е. 30 кадров в секунду и более). Это означает, что в скором будущем метод трассировки лучей может перейти в группу методов рендеринга реального времени.

Метод трассировки пути (англ. Pathtracing) осуществляет построение картинки образом, схожим с методом трассировки лучей. Однако для вычисления освещенности используется метод Монте-Карло, при помощи которого производится решение уравнения рендеринга [4], а так же вносятся корректировки при помощи двулучевой функции отражательной способности. В данных условиях множество сложных для реализации в других методах оптических эффектов очевидным образом вытекают из вычислений. Метод трассировки пути является одним из самых точных, и одновременно, самых медленных методов рендеринга на данный момент, однако с повышением вычислительной мощности видеокарт он, несомненно, будет рано или поздно использован в качестве метода рендеринга реального времени.

Таким образом, в силу бурного развития технологий и наращивания вычислительных мощностей, ряд методов рендеринга либо уже практически свободно могут быть отнесены в разряд методов реального времени (рейкастеры, трассировщики лучей и смешанные решения [5]), либо ожидают качественной программной и/или аппаратной реализации в качестве оных (трассировщики пути). Экстраполируя эти данные можно прийти к выводу, что появление и повсеместное применение подобных качественно новых рендереров вместо растеризаторов является лишь вопросом времени и заинтересованности в них крупных игроков на рынке как программного, так и аппаратного обеспечения.

Список используемых источников:

1. David Blythe. *The OpenGL Graphics System: A Specification*. 1997.
URL: <https://www.opengl.org/documentation/specs/version1.1/glspec1.1/node41.html>
2. Roth Scott D. *Ray Casting for Modeling Solids // Computer Graphics and Image Processing*. Febr. 1982. Vol. 18. P. 109–144.

3. Whitted T. *An improved illumination model for shaded display* // *Communications of the ACM*. 1980. Vol. 23 (6). P. 343-349.
4. Kajiya J.T. *The rendering equation* // *Proceedings of the 13th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, ACM. 1986.
URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.63.1402&rep=rep1&type=pdf>
5. John Olick. *Current Generation Parallelism in Games*. 2008.
URL: <http://s08.idav.ucdavis.edu/olick-current-and-next-generation-parallelism-in-games.pdf>

© 2015, Сесин И.Ю., Холкин И.И.

Рендеринг – состояние и перспективы

© 2015, Sesin I.Yu., Kholkin I.I.

Rendering – current state of affairs and prospects