

СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ

И.И. Попивчак;

Г.Б. Ходасевич, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены процессы визуализации данных и роль компьютерной графики в сфере информационной безопасности при чрезвычайных ситуациях. Даны определения понятиям: визуализация, шейдер, рендер-ферма, а также представлены основные визуализаторы, применяемые при создании 3D-графики.

Ключевые слова: визуализация, рендер, шейдер

THE MODERN SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF DATA

I.I. Popivchak; G.B. Hodasevich.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In article processes of visualization of data and a role of computer graphics in the sphere of information security are considered at an emergency. Definitions are given to concepts: visualization, shader, render-farm, and also are presented the main visualizers applied at creation 3D-graphics.

Keywords: visualization, render, shader

В компьютерной графике визуализация является важным этапом создания изображения. Именно от качества визуализации зависит то, какой эффект произведёт видео на целевую аудиторию.

В сфере информационной безопасности при чрезвычайных ситуациях (ЧС) основная роль компьютерной графики, с одной стороны, заключается в реконструировании уже произошедшей ЧС, чтобы восстановить цепь событий, проанализировать их и, сделав выводы, предотвратить подобное ЧС в будущем, а, с другой стороны, в моделировании различных ЧС техногенного и природного характера для отработки действий личного состава подразделений. Исходя из этого, можно говорить об оправданности создания обучающих интерактивных комплексов по различным направлениям подготовки, как пример: обучающий комплекс ГИМС (Государственная инспекция по маломерным судам) МЧС России, Интерактивный комплекс для отработки действий по ликвидации пожара и др.

Качественная визуализация различных ЧС (ДТП, аварии на производстве, пренебрежение правилами техники безопасности, террористические акты и т.д.) позволяет принимать верные управленческие решения и проводить профилактическую работу по предотвращению ЧС (рис. 1, 2).



Рис. 1. Визуализация деформации металла



Рис. 2. Визуализация потери несущей способности здания

Теперь стоит определить, что такое визуализация.

Визуализация (англ. rendering – «рендеринг») – термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения из модели с помощью компьютерной программы.

Здесь модель – это описание любых объектов или явлений на строго определённом языке или в виде структуры данных. Такое описание может содержать геометрические данные, положение точки наблюдателя, информацию об освещении, степени наличия неизвестного вещества и пр.

Часто в компьютерной графике (художественной и технической) под рендерингом (3D-рендерингом) понимают создание плоского изображения (картинки) из разработанной 3D-сцены. Изображение – это цифровое растровое изображение.

Визуализация – один из наиболее важных разделов в компьютерной графике и на практике он тесным образом связан с остальными. Обычно программные пакеты трёхмерного моделирования и анимации включают в себя также и функцию рендеринга. Существуют отдельные программные продукты, выполняющие рендеринг.

В зависимости от цели, различают пре-рендеринг как достаточно медленный процесс визуализации, применяющийся в основном при создании видео, и рендеринг в режиме реального времени, применяемый в компьютерных играх или интерактивных презентациях [1].

Компьютерная программа, производящая рендеринг (визуализацию), называется рендером (визуализатором).

Рассмотрим некоторые методы визуализации

Существующее программное обеспечение может использовать несколько алгоритмов для получения конечного изображения.

Трассирование каждого луча света в сцене непрактично и занимает неприемлемо долгое время. Даже трассирование малого количества лучей, достаточного, чтобы получить изображение, занимает чрезмерно много времени, если не применяется аппроксимация (семплирование).

Вследствие этого было разработано четыре группы методов, более эффективных, чем моделирование всех лучей света, освещающих сцену:

Растреризация. Визуализация производится проецированием объектов сцены на экран без рассмотрения эффекта перспективы относительно наблюдателя.

Ray casting (рейкастинг). Сцена рассматривается, как наблюдаемая из определённой точки. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. При этом лучи прекращают своё распространение (в отличие от метода обратного трассирования), когда достигают любого объекта сцены либо её фона. Возможно использование каких-либо очень простых способов добавления оптических эффектов. Эффект перспективы получается естественным образом в случае, когда испускаемые лучи располагаются под углом, зависящим от положения пикселя на экране и максимального угла обзора камеры.

Трассировка лучей похожа на рейкастинг. Из точки наблюдения на объекты сцены направляются лучи, с помощью которых определяется цвет пикселя на двумерном экране. Но при этом луч не прекращает своё распространение, а разделяется на три компонента, луча, каждый из которых вносит свой вклад в цвет пикселя на двумерном экране: отражённый, теневой и преломленный. Количество таких разделений на компоненты определяет глубину трассирования и влияет на качество и фотореалистичность изображения. Благодаря своим концептуальным особенностям, метод позволяет получить очень фотореалистичные изображения, но при этом он очень ресурсоёмкий, и процесс визуализации занимает значительные периоды времени.

Трассировка пути содержит похожий принцип трассировки распространения лучей, однако этот метод является самым приближённым к физическим законам распространения света. Также является самым ресурсоёмким [2].

Передовое программное обеспечение обычно совмещает в себе несколько техник, чтобы получить достаточно качественное и фотореалистичное изображение за приемлемые затраты вычислительных ресурсов.

Математическое обоснование

Реализация механизма рендеринга всегда основывается на физической модели. Производимые вычисления относятся к той или иной физической или абстрактной модели. Основные идеи просты для понимания, но сложны для применения. Как правило, конечное решение или алгоритм более сложны и содержат в себе комбинацию разных техник.

Основное уравнение

Ключом к теоретическому обоснованию моделей рендеринга служит уравнение рендеринга. Оно является наиболее полным формальным описанием части рендеринга, не относящейся к восприятию конечного изображения. Все модели представляют собой какое-то приближённое решение этого уравнения [3]:

$$L_o(x, \vec{w}) = L_e(x, \vec{w}) + \int_{\Omega} f_r(x, \vec{w}', \vec{w}) L_i(x, \vec{w}') (\vec{w}' \cdot \vec{n}) d\vec{w}'$$

Неформальное толкование таково: количество светового излучения (L_o), исходящего из определённой точки в определённом направлении, есть собственное излучение и отражённое излучение. Отражённое излучение есть сумма по всем направлениям приходящего излучения (L_i), умноженного на коэффициент отражения из данного угла. Объединяя в одном уравнении приходящий свет с исходящим в одной точке, это уравнение составляет описание всего светового потока в заданной системе.

Шейдер – это программа для одной из ступеней графического конвейера, используемая в трёхмерной графике для определения окончательных параметров объекта или изображения. Она может включать в себя произвольной сложности описание поглощения и рассеяния света, наложения текстуры, отражение и преломление, затенение, смещение поверхности и эффекты пост-обработки.

Программируемые шейдеры гибки и эффективны. Сложные с виду поверхности могут быть визуализированы при помощи простых геометрических форм. Например, шейдеры могут быть использованы для рисования поверхности из трёхмерной керамической плитки на абсолютно плоской поверхности [4].

Рендер-ферма – это компьютерный кластер для рендеринга компьютерной графики с помощью автономной пакетной обработки. Обычно применяется для создания визуальных эффектов в фильмах и телепередачах. Задача по рендерингу сложных сцен достаточно ресурсоёмка. Её распараллеливание и выполнение сразу на множестве компьютеров позволяет значительно сокращать время создания видеоматериалов. Часто рендер-ферма берётся в аренду для выполнения конкретных задач [5].

Далее речь пойдёт о современных программах, предназначенных для визуализации изображения.

Внешние визуализаторы предлагают больший функционал по настройке материалов и освещения сцены, чем базовые визуализаторы любого пакета 3D-моделирования, а также позволяют работать группе людей в разных трёхмерных пакетах, визуализируя в одной программе.

Визуализаторы

Scanline. Визуализатор по умолчанию в 3ds Max. Исходным методом визуализации в 3DS Max является сканирующий построчный алгоритм. Некоторые расширенные возможности были добавлены в Scanline спустя годы, такие как расчёт Global Illumination, Ray Tracing и Radiosity, однако большинство функций перешло к нему от других визуализаторов (например – RadioRay).

Mental ray. Mental ray является пригодной для производственного применения высококачественной системой визуализации, разработанной компанией Mental Images. Mental ray встроен в последние версии 3DS Max, это мощный инструмент визуализации, поддерживающий сегментную визуализацию (подобно механизму сопровождающей визуализации, реализованному в Maya), а также технологию распределённой визуализации, позволяющую рационально разделять вычислительную нагрузку между несколькими компьютерами. Включаемая в 3ds Max версия mental ray поставляется с набором инструментария, позволяющим относительно просто создавать множество различных эффектов.

V-Ray. Высококачественный фотореалистичный визуализатор, спроектированный в качестве плагина для 3ds Max. Популярнейший в русскоязычном пространстве внешний визуализатор компании Chaos Group. Очень часто используется профессионалами, часто заменяя стандартный Scanline и mental ray. Совместим с более старыми версиями 3ds Max. Имеет собственные материалы, камеры, источники освещения и атмосферные эффекты. Также в него встроена «система дневного света»: V-Ray Physical Camera, V-Ray Sky и V-Ray

Sun (физическая камера, небо и солнце), использование которых в совокупности позволяет получить хорошие результаты даже при стандартных настройках [6].

RenderMan. Стороннее средство подключения к конвейеру RenderMan также полезно в тех случаях, когда требуется интеграция 3DS Max с системой визуализации Renderman. Коннект с 3DS Max происходит с помощью DoberMan [7].

FinalRender. Внешний визуализатор компании Sebas. Является наиболее полным фотон-основанным визуализатором, уступая по своим возможностям только mental ray. Преимущество заключается в плотной интеграции с другими решениями Sebas, обеспечивающими широкий спектр разнообразных атмосферных, линзовых эффектов и прочее, чего нет у других визуализаторов [8].

Brazil R/S. Высококачественная, фотореалистичная система визуализации изображения, разработанная компанией SplutterFish Llc. В этом визуализаторе присутствует несколько алгоритмов просчёта глобального освещения Global Illumination: QMC и Photon Mapping. Brazil хорошо зарекомендовал себя среди архитекторов, дизайнеров и художников компьютерной графики, благодаря простоте настроек, стабильности и качественному результату визуализации.

Fryrender. Фотореалистичный, основанный на законах физики, спектральный визуализатор. Создан компанией RandomControl. Предоставляет возможность получать изображения высочайшего качества и достигать естественного реализма.

Indigo Renderer. Физически корректный рендер. Основная особенность его в том, что все расчёты света, энергии, каустики и т.д. происходят взаимосвязано, что и отличает его от других рендеров, где всё раздельно и определяется самим пользователем [8].

Maxwell Render. Является первой системой визуализации, в которой принята «физическая парадигма». В основу всей системы положены математические уравнения, описывающие поведение света. Вводя в обращение реальные физические законы, Maxwell Render позволяет избежать длительного и тонкого процесса настройки параметров визуализации, который имеет место в случае большинства визуализаторов, работающих по иным алгоритмам [9].

Arion Render. Гибридный, интерактивный рендер GPU+CPU, разработанный компанией RandomControl на базе NVIDIA CUDA [10].

Krakatoa. Популярный волюметрический рендер от компании Thinkbox Software для быстрой визуализации систем частиц. Работает со множеством систем частиц, как встроенных в 3ds max, так и подключаемых к нему в виде плагинов, например: Thinking particles, FumeFX или RealFlow. Позволяет рендерить огромные массивы частиц, чего нельзя сделать, например в Scanline, Mental Ray или V-Ray. Позволяет освещать частицы точечными источниками света с просчётом затухания света в облаке частиц. Имеет собственную систему Magma Flow, позволяющую проводить сложные математические операции с каналами частиц и переводить эти данные в различные свойства частиц, например цвет или плотность [11].

Рассмотрим более подробно основные визуализаторы, используемые в производстве 3D-графики:

V-Ray – система рендеринга (визуализации изображения), разработанная компанией Chaos Group.

V-Ray – мощный инструмент визуализации, поддерживающий Depth of Field (глубина резкости), Motion Blur (эффект «размытия» в движении), Displacement (карта смещения, с увеличением детализации трёхмерных объектов). Кроме этого, V-ray имеет собственные источники освещения, систему солнце-небосвод для реалистичного освещения естественным светом и физическую камеру с параметрами, аналогичными реальным фото- и видеокамерам. Система Vray Proxu позволяет производить просчёт чрезвычайно больших массивов однотипных объектов, состоящих суммарно из десятков миллиардов полигонов.

Встроенные шейдеры предоставляют пользователю широкие возможности для имитации практически любых материалов. V-Ray SDK позволяет как программировать собственные шейдеры, так и адаптировать систему под решение специфических задач. Возможность просчитывать отдельные элементы изображения в виде каналов, таких как: Глубина, Диффузный цвет, Альфа, Отражение, Преломление, Тени и других, предоставляет большую свободу постобработки в пакетах композитинга и монтажа.

Помимо стандартной версии V-Ray существует версия для просчёта изображения в реальном времени V-Ray RT (Real-Time), которая использует возможности процессора или видеокарты. Начиная с версии V-Ray 2.0, V-Ray RT входит в стандартную поставку плагина к 3ds max. При использовании real-time рендера, V-Ray RT частично берёт настройки из стандартного V-Ray (настройки освещения, цветового затухания, окружающей среды), а для вычислений использует собственный алгоритм. V-Ray RT способен делать вычисления с помощью процессора или же видеокарты, при этом в последнем случае достигается значительное увеличение скорости просчёта, однако не поддерживается значительное количество функций V-Ray.

Mental ray – профессиональная система рендеринга и визуализации изображений, разработанная компанией mental images. Является дочерней компанией NVIDIA.

Mental ray лучше всего интегрирован с Softimage XSI (с 1996 г., тогда Softimage назывался Sumatra), есть также интеграции с Autodesk Maya (с 2002 г.), Autodesk 3ds Max (с 1999 г.), Houdini, SolidWorks, так же имеется версия standalone. Это мощный инструмент визуализации, поддерживающий сегментную визуализацию, подобно механизму сопровождающей визуализации, реализованному в Maya, возможно отдельно считать по пазам, окклюзию, тени, отражения, впрочем этим сейчас обзавелись практически все системы рендера, рендер по пазам имеет V-Ray, finalRender, RenderMan и др.

Также поддерживает технологию распределённой визуализации, позволяющую рационально разделять вычислительную нагрузку между несколькими компьютерами (многопоточный и сетевой рендеринг) до 8 процессоров на одном компьютере и 4 сетевых. С помощью режимов Final gather, Irradiance Particles и Photon разными путями создаётся глобальное освещение. Также имеется каустика и motion blur. Преимущество mental ray – в его расширяемости. Можно написать шейдеры на языке C++, что выделяет его из других рендеров и даёт право называться продакшн рендером, как и RenderMan.

Iray – самостоятельный unbiased визуализатор, появившийся в 3.8 версии mental ray. Позволяет производить вычисления одновременно на центральном процессоре и графическом процессоре с архитектурой CUDA.

Новая версия NVIDIA iray уже предоставляет ряд возможностей по визуализации большинства методов затенения, но когда они будут реализованы в интерфейсе 3ds Max и других пакетах пока неизвестно.

Indigo Renderer – физически корректная система рендеринга. Имеется в виду, что все расчёты (света, энергии, каустики и т.д.) происходят взаимозависимо, что и отличает его от других рендеров, где всё раздельно и определяется самим пользователем.

Indigo использует MLT (Metropolis Light Transport) on top of backwards or bidirectional path tracing вместо традиционного raytracing.

Все взаимодействия света смоделированы физически (как спектральные данные), и у Indigo есть замечательные возможности, которые сделают вашу жизнь легче: виртуальная модель камеры, физическое небо, mesh-объекты в качестве источников света и т.д.

Технология, на основе которой сделан Indigo, может сравниться с Maxwell Render (NextLimit's), Fryrender, YafRay, LuxRender.

Indigo, до версии 2.0, свободно распространялся для коммерческого и некоммерческого использования, впоследствии став платным.

Существуют версии для 32-bit и 64-bit Windows.

Существуют коннекторы к таким 3d пакетам как Maya, Houdini, Sketchup, XSI, Blender, 3ds Max, Cinema 4D.

Не так важно, какой визуализатор использовать, важнее изучать реальный мир и анализировать происходящие в нём процессы.

Литература

1. «Генон»: система поиска ответов на вопросы. URL: <http://www.genon.ru> (дата обращения: 02.12.2013).

2. KOLORO: brend design: дизайн упаковки и этикетки, создание бренда, позиционирование, 3D печать и 3D моделирование. URL: <http://koloro.com.ua> (дата обращения: 02.12.2013).

3. ArtTower Wiki: энциклопедия. URL: <http://arttower.ru/wiki> (дата обращения: 23.11.2013).

4. Современная терминология 3D графики. URL: <http://www.ixbt.com/video2/terms2k5.shtml> (дата обращения: 24.11.2013).

5. Википедия – свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 03.12.2013).

6. CHAOSGROUP. URL: <http://www.chaosgroup.com/en/2/index.html> (дата обращения: 03.12.2013).

7. RenderMan: материал из Википедии. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/RenderMan> (дата обращения: 03.12.2013).

8. Bloha_1915: галерея работ. URL: http://bloha-1915.ucoz.ru/publ/vizualizacija_render_kamery/kratkij_obzor_unbiased_renderov/17-1-0-45 (дата обращения: 03.12.2013).

9. Maxwell Render: натуральный продукт // Компьютерная газета. URL: <http://www.nestor.minsk.by/kg/2006/10/kg61010.html> (дата обращения: 03.12.2013).

10. RandomControl. URL: <http://www.randomcontrol.com/> (дата обращения: 02.12.2013).

11. Thinkbox Software. URL: <http://www.thinkboxsoftware.com/krakatoa> (дата обращения: 02.12.2013).