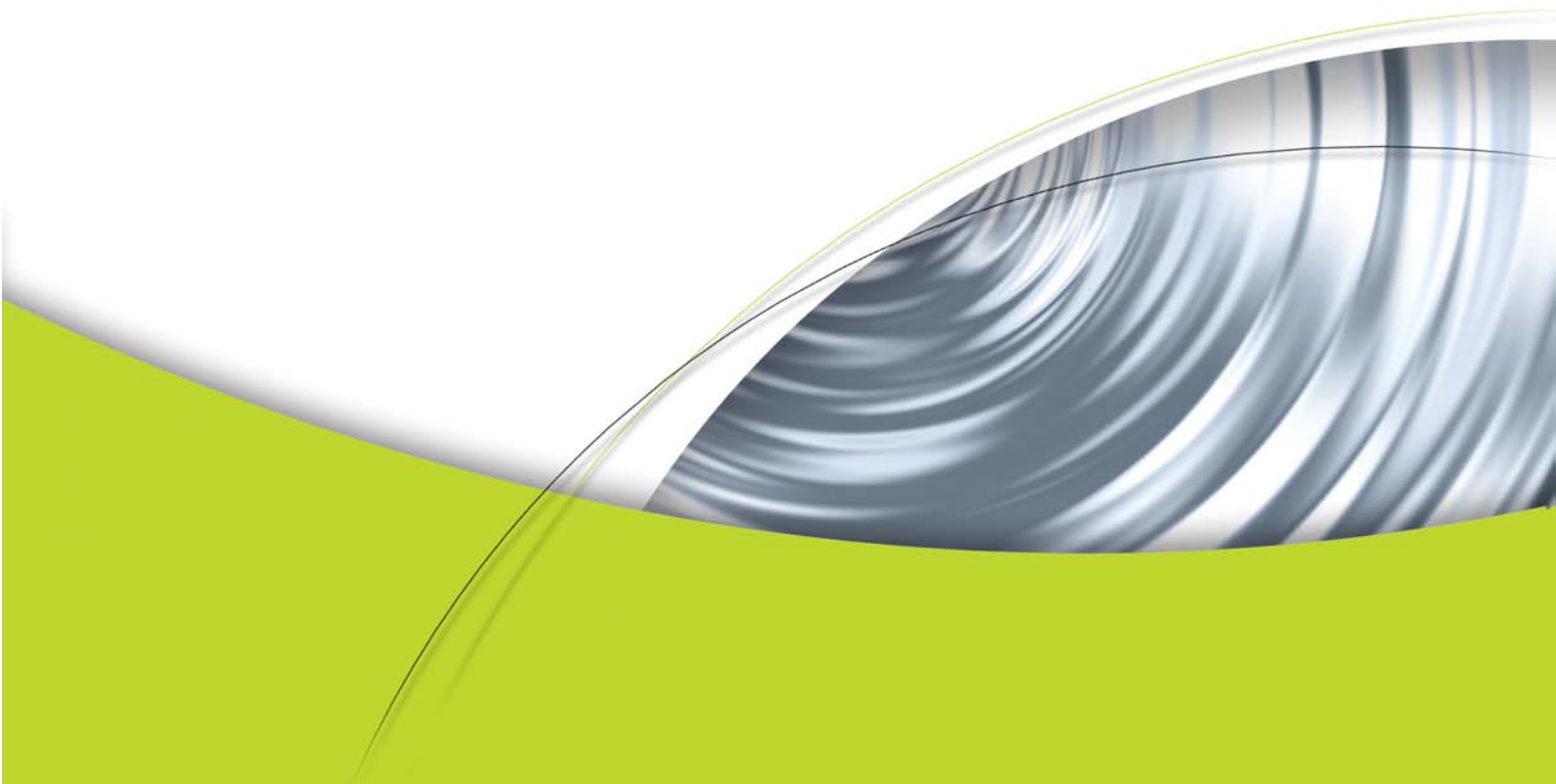




Техническое описание

Gelato

Модуль визуализации для
киностудий



Программное обеспечение для визуализации Gelato™ компании NVIDIA является бескомпромиссным качественным модулем рендеринга. Возможности Gelato делают его совершенным решением для рендеринга финальных кадров в кинопроизводстве. Визуальные эффекты и полнометражные анимационные фильмы наиболее требовательны к модулям рендеринга, и успех в этой сфере подтверждает, что NVIDIA находится на передовом краю графических инноваций.

Что же такое бескомпромиссный модуль рендеринга? Что нужно для визуализации фильма? Что на самом деле означает “качество производства”? И чем это отличается от игрового движка, графики реального времени и других типов рендеринга?

Чем отличается визуализация фильмов

Важно понимать основные отличия между рендерингом игр (и других графических приложений реального времени) и отрисовкой финальных кадров в фильмах и других высококачественных графических приложениях.

Качество изображения и скорость отрисовки

Рынки фильмов и игр по-разному определяют отношение качества изображения и скорости отрисовки. В фильмах изображения рассчитываются заранее, и основное ударение делается на качество и сложность финального изображения. Повышение качества более заметно любителям фильмов, нежели простое увеличение скорости отрисовки. В играх все наоборот; время, потраченное на отрисовку кадра, более критично. Поэтому модули визуализации для фильмов, такие как Gelato, в первую очередь делают акцент на обращении со сложными массивными сценами, нежели на производительность в реальном времени.

И в играх, и в фильмах сцены организуются в группы временно соседних кадров и отрисовываются последовательно при постепенном движении камеры общим набором художественных средств. В играх такие наборы кадров называются «уровнями», и они делятся достаточно долго во время игрового процесса. В фильмах такие наборы называются «кинокадрами» и обычно они делятся всего несколько секунд экранного времени.

В связи с этим игровые движки и кинопроизводство по-разному реализуют рендеринг. В движке рендеринга игры текстуры накладываются на десятки

тысяч кадров, и обычно это происходит перед отрисовкой первого кадра, чтобы не сказалоь на скорости отрисовки. В фильмах же большинство кадров отрисовывается по одному за раз. Но если бы целые кадры отрисовывались одновременно для увеличения согласованности (а сложность сцены делает это практически невозможным), издержки можно амортизировать только за несколько сотен следующих кадров.

Использование карт текстур

Другое важное отличие заключается в использовании карт текстур. Файлы текстур в фильмах измеряются в гигабайтах, тогда как для игр они достигают лишь пару десятков мегабайт. Только чтение текстур кинокадров с диска или из сети может занять несколько минут. Столько же времени требуется для выборки, сортировки и разбиения гигабайтов геометрии сцены.

Независимо от того, как быстро работает графическое аппаратное обеспечение и какая часть операций выполняется графической частью вместо центрального процессора, работа с данными для подготовки кадра к отрисовке предотвращает визуализацию в реальном времени. Это неудивительно – игры не смогли бы идти в режиме реального времени, если новые уровни должны были бы загружаться каждые 2-10 секунд (не говоря уже о каждом кадре). Нижний предел скорости отрисовки финального кадра определяется скоростью чтения данных с диска и другими факторами, а не трансформацией, закраской и затенением.

Закон Блинна

При визуализации фильмов необходимо принять во внимание закон Блинна, который гласит, что если увеличивается скорость визуализации дизайнер должен увеличить сложность сцены, чтобы свести на нет увеличение скорости. Другими словами, время отрисовки фильма постоянно - обычно 45 - 90 минут, в зависимости от толерантности студии ко времени ожидания. При увеличении потенциала визуализации студии строят более сложные сцены с более сложной геометрией, источниками света, шейдерами и более реалистичным освещением и не делают ставку на скорость. Повышенная сложность является очевидным выбором для киностудий, так как финальные изображения рассчитываются заранее.

Исключением является интерактивное освещение, когда интерактивные скорости требуются для многих последовательных похожих визуализаций. При интерактивном освещении геометрия, камера и шейдеры зафиксированы, и только параметры освещения меняются от кадра к кадру. Создатели фильмов предпочитают результаты модуля отрисовки финального изображения, чтобы оценить финальный кадр, нежели результаты работы различных инструментов предварительной отрисовки. В данном случае допускается меньшая степень качества. NVIDIA планирует реализовать инструменты интерактивного освещения для Gelato в ближайшем будущем.

Стадии разработки и выпуска продукта

Еще одно отличие игр и фильмов состоит в стадиях разработки и выпуска. В игры играют миллионы людей, и при каждом запуске может отрисовываться сотни тысяч кадров. Качество изображения, возможность повторного использования кода и четкость, а также время, потраченное художниками и техническим директором, жертвуются ради гарантированной частоты смены кадров.

С другой стороны, изображения для фильмов отрисовываются только один раз при полном разрешении. Компьютерное время для отрисовки объекта часто уменьшается за счет количества и стоимости времени, необходимого техническому директору для написания шейдера. Это тесно связано с разработкой API и объясняет почему API и языки, предназначенные для работы в режиме реального времени (DX, OGL, Cg), не всегда подходят для предварительного просчета, и наоборот.

Основные возможности рендеринга фильмов

Геометрические примитивы

Игры, графика реального времени, графическое аппаратное обеспечение и даже низкоуровневые профессиональные пакеты используют полигоны (в основном, треугольники) для создания объектов. Но фильмы в основном используют бикубические фрагменты, неравномерный рациональный би-сплайн (NURBS) и все больше подповерхности. Полигоны в большом количестве редко используются в кинокадрах; оптимизироваться должны NURBS и подповерхности.

Точки (для создания частиц) и кривые (для волосяного покрова) также важны и должны эффективно отрисовываться миллионами. Более того, все кривые примитивы должны адаптивно разбиваться в зависимости от площади экрана и кривизны, чтобы дефекты тесселяции не были заметны.

Геометрическая сложность

Геометрические данные для одного кинокадра могут достигать нескольких гигабайт, даже до 25 ГБ. Модуль отрисовки для фильмов должен уметь обрабатывать больше геометрии, тем может поместиться за раз в оперативную память.

Gelato использует множество стратегий для этого, включая группирование, сортировку, агрессивное отсечение, тестирование на окклюзии, процедурную геометрию и кэширование на диск.

Сложность и качество текстур

Для кинокадра часто требуется сотни тысяч текстур, занимающих десятки гигабайт памяти. Хорошие модули визуализации фильмов используют схемы кэширования, где отдельные связанные тайлы при необходимости вызываются с диска. Невозможно вместить все текстуры в память перед отрисовкой. И так как имена текстур могут динамически генерироваться шейдером, имена файлов текстур часто остаются неизвестными, пока шейдер не начинает использовать их.

Выборки текстур должны иметь высокую точность. Текстура, окружение и карты теней должны создавать размытость изображения без дефектов, швов и шума. И во многих случаях выборки должны иметь фильтр лучше, чем трилинейный мипмэппинг.

Motion Blur (размытость, вызванная движением)

Модули визуализации для фильмов должны создавать эффект размытости от движения на высоком уровне качества, без стробирования и с наименьшим уровнем шума. К тому же, размытость должна включать эффект размытости от превращений (изменение положения, направления и масштаба), а также эффект размытости от геометрической деформации. Лучшие модули визуализации в этом классе, как, например, Gelato, поддерживают многосегментную размытость для произвольного числа узлов.

Эффекты, связанные с глубиной резкости, также важны.

Сглаживание

В кино недопустима видимая ступенчатость изображения. Это требование обычно выполняется при выборке нескольких сэмплов на пиксель. В сценах с волосатым покровом обычно используется от 64 до 100 выборок на пиксель. Модуль рендеринга должен перевести эти субпиксельные данные в пиксели с помощью высококачественного фильтра, определенного пользователем, с поддержкой более одного пикселя.

Размер изображения, глубина, формат и данные

Для фильмов требуется произвольное разрешение изображения (4 K для финальных кадров и 8 K и более не так уж редко используются для карт теней), гибкие битовые глубины (8, 16, half, float) и полезные форматы изображений (Gelato поддерживает TIFF и несложный API для задаваемых пользователем форматов изображений).

Также важно, чтобы модуль отрисовки выводил не только цвет, значение альфы и глубину, но все данные, вычисляемые шейдерами. Эта последняя возможность называется “произвольной выходной переменной” (AOV) в фильмах, хотя по отношению к графике реального времени это часто называется выводом данных из одного шейдера в несколько текстур (MRT). Кадры сохраняются на диске; прямая отрисовка в буфер кадров не так важна.

Неограниченность

Произвольные пределы не приемлемы в кинопроизводстве. Произвольные пределы состоят из текстур, базы данных по размерам и геометрии, разрешений, выходных каналов и источников света.

Глобальное освещение

Современные модули визуализации для фильмов, как, например, Gelato, поддерживают работу с отражениями и тенями методом бегущего луча, передачу отраженного света, каустику, освещение окружающей среды, преграды и подповерхностное рассеяние.

Смещение

Для модуля рендеринга фильмов требуются адаптивно разбиваемые субпиксельные частотные смещения, которые должны отнимать системных ресурсов не больше, чем в случае геометрии, не использующей смещения.

Гибкое программируемое затенение

Раньше для отрисовки кинематографического качества нужно было программируемое затенение (что встречалось редко в программном обеспечении и совсем не поддерживалось на аппаратном уровне). Теперь когда программируемое затенение часто встречается даже на аппаратном

уровне, давайте обозначим некоторые характеристики для программной закраски в фильмах, по сравнению с рендерингом в реальном времени:

- ❑ Широкий спектр данных, таких как векторы, цвета, точки, нормали, матрицы и массивы произвольной длины.
- ❑ Строковые переменные; работа со строками; возможность обращения к текстурам, системам координат и внешним данным по имени, а не по абстрактному идентификатору или путем явного прохождения матриц, используемых как параметр.
- ❑ Скрытие аппаратных элементов и пределов. Технические директора, которые создают шейдеры, не обязательно должны знать типы данных пониженной точности, пределы памяти и инструкций и имена и элементы аппаратных регистров. Модуль визуализации не должен создавать артефакты или снижать точность из-за этих аппаратных ограничений.
- ❑ Возможность вызывать пользовательский код на хосте, *DSO шейдерные операции*.
- ❑ Организация циклов в зависимости от данных, особенно для приложений, таких как Ray Marching, для объемных эффектов, или численное интегрирование внутри шейдеров.
- ❑ Отдельная компиляция различных типов шейдеров, особенно itqlthjd освещения.
- ❑ Вычисление точности производных и сглаживание. Производные должны использовать центральное дифференцирование и экстраполяцию на краях сетки. Обычное прямое дифференцирование может привести к неприемлемым дефектам.
- ❑ Последовательность шейдеров на поверхности, с гибкими средствами разбиения на уровни и соединения вводов и выводов. В этом отношении Gelato обеспечивает самые современные возможности.
- ❑ Ввод и вывод произвольных имен, типов данных и числа аргументов параметров к и от шейдеров.

Соответствующие API и форматы

Модуль визуализации для фильмов должен подходить схеме кинопроизводства. Как минимум, это означает:

- ❑ Чистый процедурный API (C или C++). OpenGL и DX показывают слишком много аппаратных элементов; ограниченная поддержка для поверхностей высшего порядка и привязка шейдеров; нагрузка большими порциями API для интерактивной функциональности, не используемой в фильмах.
- ❑ Формат архивации сцены для создания геометрии. Gelato объединяет формат архива сцены со средствами написания процедурных примитивов с помощью языка скриптов Python. Также возможно написать плагины Gelato, которые читали бы любой формат сцены без необходимости преобразования его в произвольный промежуточный формат.
- ❑ Процедурная геометрия как понятие первого класса – например, чтение архивных файлов, запуск программ создания геометрии, API вызовы DSO выполняются по запросу рендерера.

- ❑ Шейдерный язык со всеми требованиями, предъявляемые создателями фильмов. Gelato имеет свой собственный язык шейдеров (GSL) .
- ❑ Гибкость чтения различных форматов, используемых киностудиями. Gelato имеет гибкий API, который позволяет вводить данные почти во всех форматах, упрощая тестирование Gelato и изменение существующих схем производства .
- ❑ Плагины для основных пакетов анимации. Gelato имеет плагин для экспорта данных из Maya в Gelato; плагины экспорта для других систем моделирования скоро также появятся.

Соответствующая платформа

Большинство крупных студий в основном используют Linux, а на втором месте Windows. Gelato поддерживает обе системы и получит поддержку Mac OS X, если потребуется.

Заключение

Кино отличается от графики реального времени, применяемой в играх. Поэтому требования и качество для фильмов отличаются, и создателям фильмов нужны специальные инструменты.

NVIDIA предлагает уникальный инструментарий, удовлетворяющий требования рынка. Благодаря таким продуктам, как NVIDIA Gelato, NVIDIA вносит такой же вклад в производство фильмов, как и в создание игр реального времени.



Примечание

ВСЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ЭТАЛОННЫЕ ПЛАТЫ, ФАЙЛЫ, ЧЕРТЕЖИ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, СПИСКИ И ДРУГИЕ ДОКУМЕНТЫ (РАЗДЕЛЬНО И ВМЕСТЕ ИМЕНУЕМЫЕ "МАТЕРИАЛЫ") ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ КАК ОНИ ЕСТЬ. NVIDIA НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТ ЯВНЫХ, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, СТАТУАРНЫХ ИЛИ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ В ОТНОШЕНИИ МАТЕРИАЛОВ И ЯВНЫМ ОБРАЗОМ ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ГАРАНТИЙ НЕНАРУШЕНИЯ ПРАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ, ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ И СООТВЕТСТВИЯ ОПРЕДЕЛЕННЫМ ЦЕЛЯМ.

Предоставленная информация считается точной и надежной. Однако корпорация NVIDIA не несет ответственности за последствия применения данной информации или за любые нарушения патентов или других прав третьей стороны, которые могут возникнуть в результате ее применения. Не подразумевается предоставление каких-либо лицензий, в том числе патентами или патентными правами корпорации NVIDIA. Спецификации, указанные в данной публикации, могут изменяться без предварительного уведомления. Данная публикация замещает всю информацию, предоставленную прежде. Продукты корпорации NVIDIA не авторизованы для применения в качестве критически важных компонентов в устройствах или системах жизнеобеспечения без специального письменного разрешения NVIDIA Corporation.

NVIDIA, логотип NVIDIA и GeForce являются торговыми марками или зарегистрированными товарными знаками NVIDIA Corporation. Названия других компаний и продуктов могут являться товарными знаками соответствующих владельцев.

Copyright

© Авторское право NVIDIA Corporation 2004. Все права защищены.



NVIDIA.

NVIDIA Corporation
2701 San Tomas Expressway
Santa Clara, CA 95050
www.nvidia.com