

Radeon 8500 и 7500: разбор нашумевших чипов

# Radeon

## ИЗМЕНИТ МИР?

В середине августа компания ATI анонсировала два новых чипа: Radeon 8500, также известный как Radeon 2 или R200, и Radeon 7500, также известный как RV200. В продажу они только поступили, зато прямой конкурент этих чипов — GeForce 3 — продается уже несколько месяцев. Стоит ли покупать новый Radeon или лучше приобрести карту серии GeForce? Чтобы ответить на этот вопрос, предлагаю рассмотреть архитектуру Radeon 8500 и Radeon 7500, разобраться со всеми новыми технологиями и техническими нововведениями, а заодно и узнать другую полезную информацию.

## Архитектура Radeon 8500

Архитектура чипа Radeon 8500 существенно изменилась по сравнению с Radeon. Для наибольшей наглядности обратимся к блок-схеме работы чипа.

Попробуем разобраться, чем Radeon 8500 отличается от Radeon и какая от этого будет польза для среднестатистического пользователя, который не любит смотреть технологические демки, зато любит поиграть в самые последние игры.

Наиболее существенным изменениям подверглось 3D-ядро. Прежде всего, изменился блок T&L, получивший маркировку II, по сему называющийся теперь Charisma Engine II. Данный компонент 3D-ядра предназначен для ускорения преобразования координат, расчета освещения и выделения области видимости, то есть всех тех вычислений, которые происходят на геометрической стадии 3D-конвейера. Также на этой стадии происходит модификация граней в местах резкого изгиба (Vertex Skinning), интерполяция с использованием ключевых кадров (KeyFrame Animation) и интерполяция вершин полигонов с применением четырех матриц, благодаря чему возможно создание более реалистичной анимации.

Правда, толку в играх от этого маловато. Всеми этими возможностями обладал еще и обычный Charisma Engine. Второй Charisma Engine, как это можно понять из названия, является блоком T&L второго поколения. Он способен обрабатывать вершинные и пиксельные шейдеры благодаря поддержке технологии SMARTSHADER. N-Patch — ново-

ведение, благодаря которому в чипе реализуется технология TrueForm.

Изменению подвергся и модуль рендеринга, также получивший индекс II. Pixel Tapestry — модуль рендеринга чипа Radeon — состоит из двух конвейеров рендеринга, каждый из которых содержит по три блока текстурирования. Благодаря этому чип способен накладывать три текстуры на точку за один такт без потери производительности (используется только в Serious Sam) и обрабатывать 400 миллионов пикселей в секунду. Стоит отметить поддержку 3D-текстур, которые позволяют создавать динамические карты освещения или деформируемую геометрию для объектов.

Модуль рендеринга чипа Radeon 8500 — Pixel Tapestry II — обладает всеми возможностями своего предшественника. А изменений и нововведений огромное множество. Прежде всего, увеличилось с 2 до 4 число конвейеров рендеринга и уменьшилось с 3 до 2 число текстурных блоков на каждом конвейере рендеринга. Столько же используется и в GeForce 3. Благодаря новым технологиям Radeon 2 способен накладывать до 6 текстур на один пиксель за один проход, а GeForce 3 — всего 4. Благодаря этому то, что GeForce 3 в Doom 3 будет делать за 2–3 такта, Radeon вполне вероятно сможет сделать за 1. Преимущество? Бесспорно. В модуль рендеринга была добавлена поддержка программируемых пиксельных шейдеров как часть технологии SMARTSHADER и Adaptive FSAA, получившего названия SMOOTHVISION. Об этих технологиях можно прочитать чуть ниже.

Широко используется кэш-память, благодаря которой удается достичь ускорения процесса построения изображения: текстурная, пиксельная и вершинная. Стоит отметить, что она также использовалась и в Radeon.

Возможно, вы будете смеяться, но технология HyperZ также получила цифру II. Напомню, что в Radeon HyperZ использовался для расширения пропускной способности шины памяти на 20–30%. Нечто подобное реализовано и в GeForce 3 (Lightspeed Memory Architecture). На практике HyperZ II позволит достичь пропускной способности шины памяти в 12 против 8,8 Гбайт/с без использования этой технологии. Для сравнения: пропускная способность шины памяти GeForce 3 — 7,36 Гбайт/с. Улучшения же в HyperZ II по сравнению с HyperZ такие: улучшенный алгоритм Z-компрессии, уменьшение размера блока/тайла (4x4). Также добавилась возможность отбрасывать 64 пикселя за такт против 16 у GeForce 3. По словам ATI, все это улучшит HyperZ II еще на 20%, то есть практическая пропускная способность памяти будет складываться из 8,8 Гбайт/с (пропускная способность по техническим характеристикам памяти/шины) плюс 40–50%. Что будет на самом деле, пока не ясно. Поясню на примере, что нам дает увеличение пропускной способности шины памяти. Обратимся к тестам (см. на следующей странице) — как вы сами видите, ваши дорогие игрушки работают вхолостую. Именно поэтому пропускная способность шины памяти на видеокарте — одна из важнейших характеристик в дан-

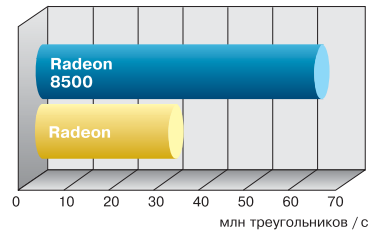
	Radeon 8500	Radeon 7500	R300*	RV300*	Radeon	GeForce 3 Ti 500	GeForce 3 Ti 200	GeForce 3 Ultra	GeForce 2	Kyro II	Voodoo 5 5500	S3 Columbia*
Технология производства чипа, мкм	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,15	0,15	0,15	0,18	0,18	0,25	0,13
Кол-во транзисторов, млн	60	30	?	?	30	57	57	57	25	15	2x14	?
Частота чипа, МГц	250	270	300+	300+	183	240	175	200	250	175	166	300
Частота памяти, МГц (в пересчете на SDR DDR=SDRx2)	250	230	?	?	183	250	230	230	230	175	166	?
Количество конвейеров рендеринга	4	2	8	4	2	4	4	4	4	2	2	4
Количество текстурных блоков на каждом конвейере	2	3	?	?	3	2	2	2	2	1	1	2
Пропускная способность шины памяти, Гбайт/с	8,8	7,36	?	?	5,86	8,0	6,4	7,36	7,36	2,8	2,5	?
Pixel Fillrate, млн пикселей / с	1000	540	?	?	366	960	700	800	1000	350	667	1200
Texel Fillrate, млн текстелей / с	2000	1600	?	?	1098	1920	1400	1600	2000	350	667	2400

\* — Чипы, которые еще не появились. Их спецификация может измениться в любой момент

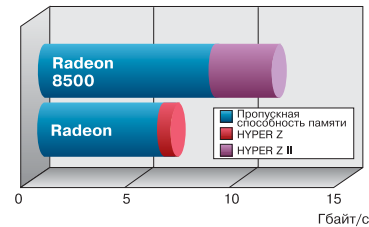
### ▲ Сравнительные характеристики существующих и будущих чипов

	GeForce 2 GTS	GeForce 2 Pro	GeForce 2 Ultra
Quake 3 (1600x1200)			
Производительность, fps	39	47	57
Пропускная способность шины памяти, Гбайт/с	5,312	6,400	7,360
Fill rate, млн пикселей / с	800	800	1000
Реальный Fill Rate, % заявленного	38	45	54
Возможная производительность при отсутствии ограничения пропускной способности шины памяти, fps	104	104	130
Необходимая пропускная способность шины памяти для такого Fill Rate, Гбайт/с	13,196	13,196	16,351
Quake 3 (640x480)			
Производительность, fps	190	190	190
Реальный Fill Rate, % заявленного	71	58	51
Возможная производительность при отсутствии ограничения пропускной способности шины памяти, fps	269	325	374

▲ Увеличение производительности в зависимости от увеличения пропускной способности шины памяти



◀ Разница в скорости по параметру Triangle Throughput между Radeon 8500 и Radeon



◀ Разница в пропускной способности шины памяти Radeon и Radeon 8500

» ный момент. Чип Radeon 2 еще более мощный, нежели GeForce 2 Ultra, поэтому для комфортной работы пропускная способность шины памяти должна достигать где-то 18–20 Гбайт/с. Кроме того, в Radeon 8500 используется два канала памяти по 64 бит каждый.

**Архитектура Radeon 7500**

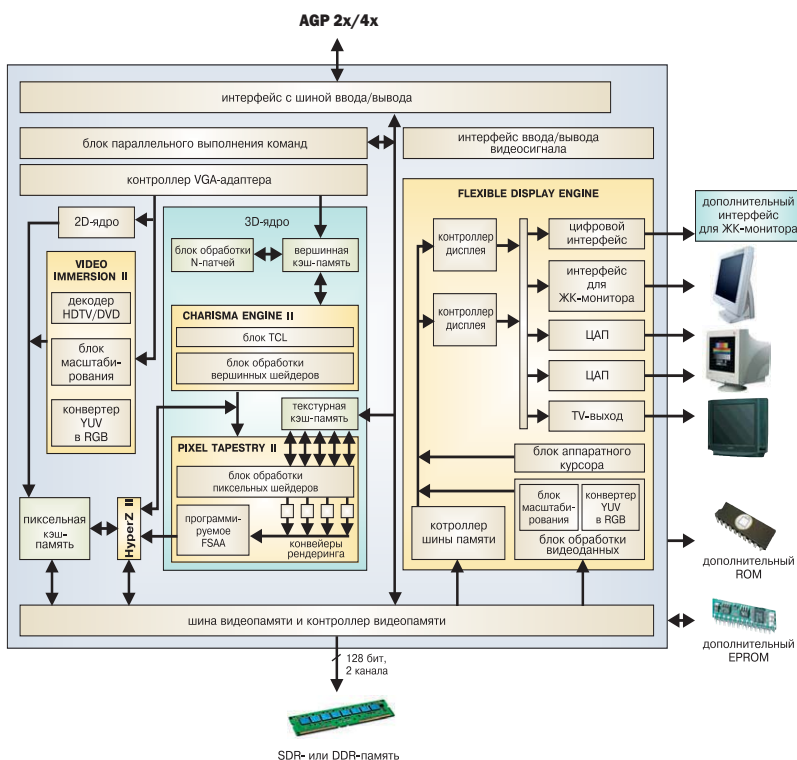
Если сравнить архитектуры Radeon 7500 с архитектурой Radeon, то никаких существенных отличий мы не увидим. И действительно, их всего два. Во-первых, это блок формирования видеосигнала, унаследованный от Radeon VE. Благодаря этому на кар-

те появился второй RAMDAC и поддержка технологии вывода изображения на 2 монитора — HydraVision. Во-вторых, Radeon 7500 унаследовал контроллер памяти своего старшего брата, который дает 256-битный доступ к памяти. Производительность от этого не увеличится. Слухи об этом чипе появились уже давно, однако ранее он был известен как Radeon SE — разогнанная версия обычного Radeon. И действительно, благодаря более совершенному технологическому процессу производства частота чипа удалось поднять до заоблачных 270 МГц, а памяти — до 460 МГц. Однако никакой поддержки DirectX 8 в новом чипе нет, рав-

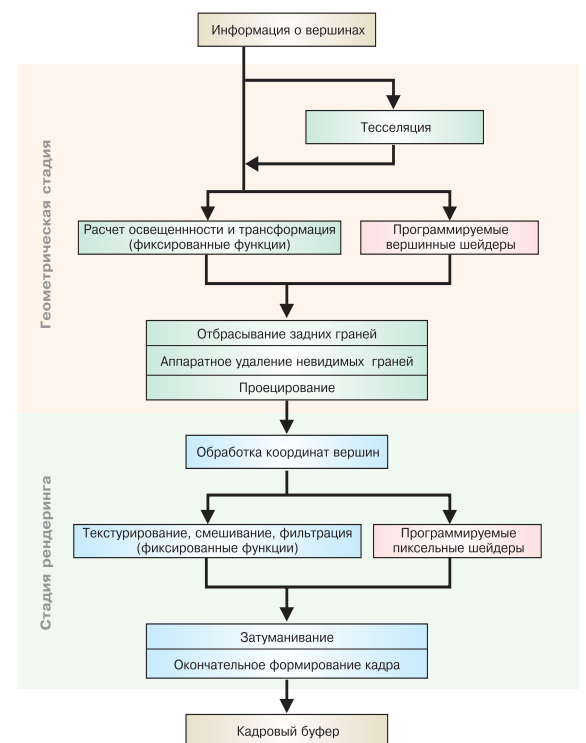
но как и новых технологий. Обычный разогнанный Radeon.

**ATI SMARTSHADER**

Сравнительно недавно появилась новая версия DirectX, а вместе с ней — пиксельный и вершинный шейдеры. Шейдер — программа, написанная на специальном языке. Следовательно, разработчик может ввести поддержку каких-либо новых или старых технологий, улучшить реализацию любых существующих технологий сам. Однако шейдеры поддерживаются только видеокартами, совместимыми с DirectX 8. А таких на данный момент всего две — GeForce-»



▲ Блок-схема работы Radeon 8500



▲ Упрощенная схема 3D-конвейера видеокарты Radeon 8500

» се 3 и Radeon 8500. Matrox G550 обладает урезанным блоком T&L, в котором реализована поддержка вершинных шейдеров (между прочим, более качественная, чем в двух вышеназванных картах), однако только в узком ряде приложений. Поэтому полноценной поддержки DirectX 8 в ней нет.

Рассмотрим, как шейдеры могут упростить жизнь разработчикам и обычным пользователям. Допустим, одна всем известная фирма разработала революционную технологию под кодовым названием «Альфа», которая позволяет увеличить уровень детализации предметов в игровом мире в N-раз. Далее ее внедряют в язык прикладного программирования или API (OpenGL, DirectX3D...), в ускорители. Только после этого разработчики могут начать разработку продукта с использованием этой технологии. И вот, когда разработка игры почти завершена, появляется другая технология не менее известной фирмы, которая позволяет ко всему прочему добавить потрясающего качества туман. Как быть? Не ждать же целый год до выхода нового ускорителя. Реализуем-ка мы ее на программном уровне. И ваша ультрамодная видеокарта простаивает без дела. А вот ваш хиленкий процессор, и без того довольно загруженный, получает новую порцию работы.

Но есть и другой вариант развития событий — с использованием шейдеров. Одна известная фирма выпускает технологию, позволяющую создавать очень реалистичные лица у персонажей. Начинается внедрение технологии в API и видеокарт с поддержкой технологии на уровне железа. Но моя любимая игра уже закончена на 90%, неужели мне придется целый год ждать? А вот и нет. Разработчик попросту не будет ее использовать, зато лица всех людей в игре будут квадратными. Все, эта игра мне больше не нравится. На самом деле умный разработчик воспользуется шейдерами для реализации этой технологии. И она будет поддерживаться всеми видеокартами, совместимыми с DirectX 8 на уровне железа, и центральный процессор загружаться особо не будет. Правда скорость от этого упадет по сравнению с обычной реализацией на уровне железа. Но ничего, у меня же P4 2 ГГц. Он и не с этим справится.

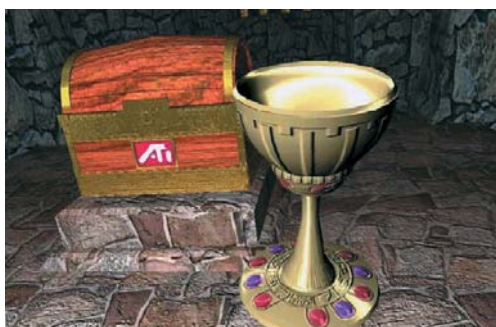
Разумеется, произошли изменения и на стадии 3D-конвейера. В самом начале построения изображения формируется так называемая каркасная модель трехмерного объекта. Далее следует тесселяция, или, проще говоря, разбиение каркасной модели на элементарные плоские элементы. Трехмерный объект здесь представляет сово- »



▲ Пример использования теневых объемов



▲ Процедурные деформации при создании мыльного пузыря



▲ Пример анизотропного освещения



#### Спецификация Radeon 8500

### Возможности беспредельны

Общая спецификация некоторых ключевых возможностей Radeon 8500:

- ▶ поддержка OpenGL 1.3 и DirectX 8.1
- ▶ поддержка технологий TRUEFORM, SMARTSHADER, SMOOTHVISION и HyperZ II
- ▶ однопроходное мультитекстурирование
- ▶ аппаратное удаление невидимых граней (Clipping), трансформация (transformation), расчет освещенности (lightning)
- ▶ рендеринг SuperScalar
- ▶ рендеринг в 32-битном цвете
- ▶ аппаратная реализация механизма Triangle Setup Engine
- ▶ подкэшовка текстур
- ▶ эффекты вершинных и пиксельных шейдеров
- ▶ поддержка билинейной/трилинейной/анизотропной фильтрации
- ▶ краевой (edge) и линейный (line) антиалиасинг
- ▶ полноэкранный антиалиасинг (FSAA)
- ▶ поддержка компрессии и декомпрессии текстур
- ▶ поддержка зеркальных бликов (specular highlights)
- ▶ мип-мэппинг
- ▶ двойная (Double) и Z-буферизации
- ▶ текстурирование с коррекцией перспективы (Perspectively Correct Texture Mapping), с использованием карт окружающей среды (EMBB), Dot Product 3
- ▶ различные виды тумана, освещения текстур, теней и т. п.
- ▶ поддержка разрешений вплоть до 2048x1536@32
- ▶ поддержка AGP 2x/4x
- ▶ поддержка технологии HydraVision (вывод изображения на 2 монитора)
- ▶ поддержка технологии Video Immersion II
- ▶ поддержка операционных систем Windows 98/SE, ME, 2000, NT4, XP. Драйверы под Linux также разрабатываются, но не ATI, а сторонними разработчиками. (Также следует ожидать драйверов и под BeOS, и под OS/2 от сторонних разработчиков)



### Глоссарий

**3D-конвейер** — процесс построения трехмерного изображения видеокартой. На разных видеокартах он может состоять из разного числа этапов. Как правило, определенное число этапов объединяется в стадии (геометрическая стадия, стадия рендеринга).

**Direct 3D, OpenGL...** — языки прикладного программирования (API). Первоначально создавались для профессиональных целей. Основная задача — облегчить работу программисту, чтобы ему не приходилось каждый раз изобретать свой язык для программирования видеокарт и тратить на это время, а также стандартизировать все ускорители и обеспечивать корректную работу ускорителя и программы. Включают в себя набор определенных функций, которые со временем расширяются разработчиком API. Взаимодействие программы с видеокартой осуществляется следующим образом: программа — операционная система — драйвер видеокарты с набором команд API — видеокарта.

**Triangle Throughput** — скорость работы системы при выполнении геометрической стадии 3D-конвейера. Зависит как от наличия блока T&L, так и от скорости процессора.

**Антиалиасинг (сглаживание)** — технология, позволяющая устранить эффекты зубчатости ровных линий, а также некоторые другие нежелательные эффекты в приложениях. Различают несколько видов сглаживания (краевое, FSAA).

**Блок T&L** — сопроцессор, призванный помогать основному графическому процессору видеокарты (GPU) в ресурсоемких расчетах на геометрической стадии 3D-конвейера и при расчете освещенности.

**Модуль рендеринга** — основная часть 3D-акселератора, состоящая из конвейеров рендеринга и блоков текстурирования. От грамотного планирования и выполнения разработчиком конвейера рендеринга зависят параметры Texel Fillrate и Pixel Fillrate. Также эти параметры зависят от скорости поступления обработанных данных геометрической стадии 3D-конвейера в модуль рендеринга. Поэтому зачастую теоретический Fillrate не совпадает с практическим.

**Пиксель, текстель, воксель** — точки соответственно на поверхности экрана, текстуры и в пространстве.

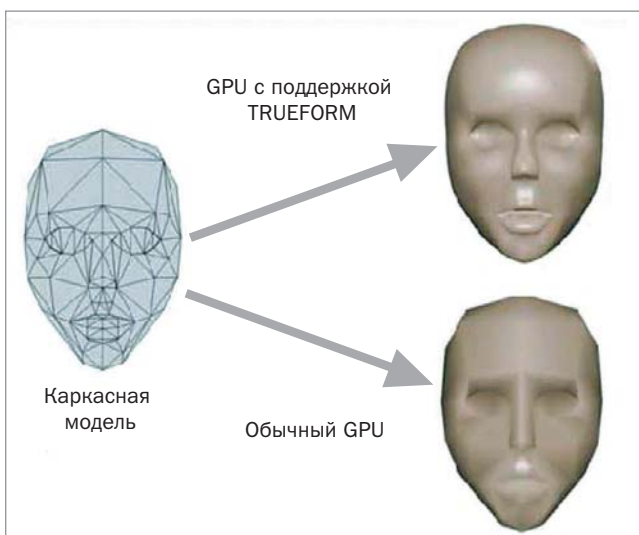
**Рендеринг** — одна из стадий 3D-конвейера, где на модель, состоящую из геометрических примитивов (чаще всего треугольников), накладываются текстуры; происходит обработка этих текстур и формирование кадра.

**Текстура** — какое-либо изображение, накладываемое на каркасную модель объекта. При текстурировании используются различные технологии (EMBB, Dot 3), методы фильтрации для устранения дефектов и т. д. Именно благодаря грамотному текстурированию можно добиться увеличения качества объекта без увеличения числа элементарных геометрических элементов (полигонов).

» купность всех вершин элементарных треугольников, записанных в определенном порядке. На следующей стадии 3D-конвейера моделируется движение объекта, расчет освещенности и затенения поверхности объекта. Далее следуют операции по отбрасыванию задних граней, сортировка вершин и т. п. Расчет изменения координат с течением времени завершен и начинается новый довольно трудоемкий процесс — вычисление цвета пикселя. Это происходит благодаря различным типам фильтрации текстур, расчета освещения, прозрачности и полупрозрачности и т. д. То есть в процессе создания игры используется фиксированный набор функций. Если же на геометрической стадии и стадии рендеринга использовать пиксельные и вершинные шейдеры, то графический процессор с фиксированным набором функций превращается в полностью программируемый процессор.

Вершинные шейдеры — небольшие программы, которые позволяют производить вычисления с вершинами объектов трехмерной сцены. Каждая вершина благодаря Shmarts shader представляется как 16 ячеек с информацией. В качестве информации могут выступать как координаты вершин, так и любая другая информация. Вершинный шейдер имеет максимальную длину в 128 инструкций и может использовать до 96 констант. Именно благодаря этим маленьким программам разработчики приложений смогут создавать такие эффекты, как shadow volumes (теневые объемы), procedural deformations (процедурные деформации), lens effects (эффекты линз), улучшенную интерполяцию ключевых кадров (advanced keyframe interpolation), улучшенный скиннинг с использованием палитры (advanced matrix palette skinning), использование большого числа источников света, системы частиц, рендеринг меха (fur rendering).

Пиксельные шейдеры — небольшие программы, которые позволяют производить вычисления с пикселями. То есть они позволяют изменять атрибуты отдельных пикселей. Следует отметить, что Radeon 8500 поддерживает пиксельные шейдеры версии 1.4, реализованные в DirectX 8.1, в отличие от GeForce 3, который поддерживает пиксельные шейдеры версии 1.1. В частности, пиксельные шейдеры GeForce 3 поддерживают только 4 вводных текстуры, а Radeon 8500 — 6, максимальная длина программы пиксельных шейдеров GeForce 3 со- »



◀ Пример компании ATI, демонстрирующий принцип работы TRUEFORM

» ставляет 12 инструкций, а Radeon 8500 — 22. Пиксельные шейдеры позволяют создавать такие эффекты, как анизотропное освещение, процедурные текстуры и т. д. Но по последним слухам, NVIDIA представила документы о том, что GeForce 3 поддерживает пиксельные шейдеры версии 1.3, которые также являются частью DirectX 8.1.

### TRUEFORM

За последние несколько лет графика в играх улучшилась в несколько раз. Однако виртуальные персонажи до сих пор отличаются угловатостью. Все объекты в трехмерном мире состоят из некоторого количества соединенных между собой треугольников. Каждый треугольник задается тремя вершинами и тремя нормальными. Чем более детализирован мир — тем большее количество треугольников требуется для его создания. А это чревато:

- ▶ для хранения треугольников требуется память;
- ▶ при создании сцены с огромным количеством треугольников не выдерживает шина памяти. Она слишком узкая, и обработанные данные начинают скапливаться, что сказывается на производительности.

Как же тогда создать реалистичные предметы, чтобы колесо и голова не выглядели многоугольниками? Специально для этих целей ATI разработала технологию, которая получила название TRUEFORM.

Все это стало возможным благодаря внедрению так называемых N-патчей. N-патч (PN-треугольник) — это часть поверхностей высшего порядка (Higher Order Surface), появившаяся с новой версией DirectX и OpenGL. Благодаря N-патчам вычисления над большей частью вершин, необходимых

для построения трехмерного объекта высокого качества, производит GPU (графический процессор), то есть необходимость в пересылке большого числа данных через AGP-шину отпадает. В результате пересылки меньшего числа данных через AGP-шину также освобождается и часть памяти на видеокарте.

В то время как обычные полигональные поверхности состоят из отдельных прямых участков, поверхности высшего порядка не имеют плоской формы. Поверхности первого порядка задаются обычной формулой прямой  $y=ax+b$ . Поверхности второго порядка задаются формулой параболы  $y=ax^2 + bx + c$ , и напоминают чем-то часть параболы. Поверхности третьего порядка задаются формулой  $y= ax^3 + bx^2 + cx + d$ . Есть поверхности порядков четвертого, пятого и т. д., но в графике они пока применяются крайне редко. N-патчи и полиномиальные поверхности (Polinomial Surfaces, второй тип поверхностей высшего порядка в DirectX 8) используются так называемые Bezier Surfaces, для построения которых служат обычные Bezier curved, или, говоря по-русски, кривые Безье, которые являются модификацией поверхностей высшего порядка. Кривые Безье задаются несколькими точками, при перемещении которых происходит сильная деформация поверхности кривой, расположенной максимально близко к перемещаемой контрольной точке.

### Поверхности высшего порядка в GeForce 3 и Radeon 8500

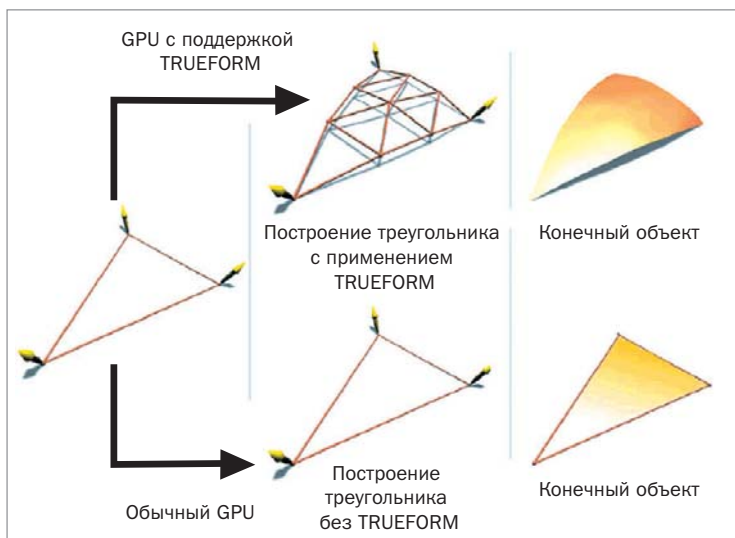
GeForce 3 использует полиномиальные поверхности. Для того чтобы задать эти поверхности высшего порядка, каждый патч (набор

точек и параметров, задающих сегмент) должен создаваться разработчиком, а не генерироваться железом. По этой причине разработчики обязаны создавать две версии описания мира в игре — для ускорителей, поддерживающих полиномиальные поверхности, и для тех, которые эти поверхности не поддерживают. Поэтому никто из разработчиков и не спешит извлекать всю мощь из GeForce 3.

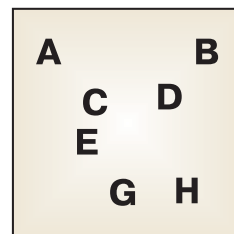
В Radeon 8500 используются N-патчи. Благодаря этой технологии на регулируемое число треугольников разбивается не прямоугольная поверхность, а треугольник. Это означает, что количество треугольников в трехмерной модели может масштабироваться в зависимости от производительности системы. Разработчики очень часто создают трехмерные модели с небольшим числом треугольников, чтобы игры могли работать на старом железе. Если же у вас будет стоять Radeon 8500, то число треугольников в сцене будет расти без особой потери производительности. Стоит отметить, что для видеокарт, не поддерживающих N-патчи, необходимость создавать второе описание мира отпадает. Механизм технологии TRUEFORM приведен на рисунке ниже.

Можно отметить следующие преимущества технологии TRUEFORM:

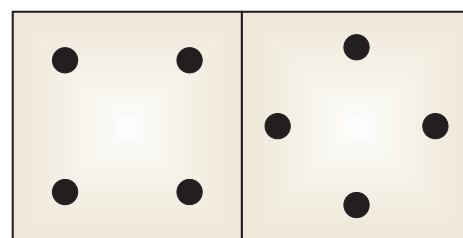
- ▶ уменьшение нагрузки на шину AGP;
- ▶ полностью задействуется блок T&L;
- ▶ очень легко встроить поддержку этой технологии как уже в существующие, так и в будущие игры;
- ▶ не требуется создания отдельного кода для железа, не поддерживающего TRUEFORM;



▶ Размещение субпикселей

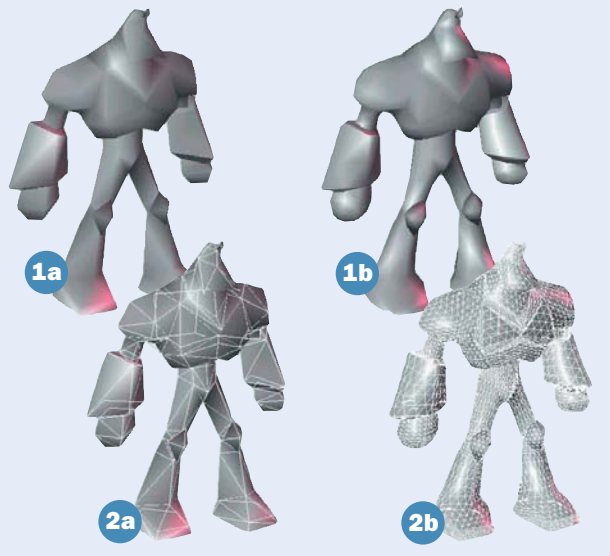


◀ Механизм технологии TRUEFORM



## Механизм TRUEFORM

На официальном сайте ATI (<http://www.ati.com>) появилась маленькая программа, которая позволяет разобраться в принципе работы технологии TRUEFORM при помощи трехмерных моделей. Первый рисунок (1a) демонстрирует модель без применения N-патчей. Рисунок 1b демонстрирует эту же модель, только с применением N-патчей 4-го уровня. Стоит заметить, что при использовании N-патчей программисты задают только модель, изображенную на рисунке 1a, а модель на рисунке 1b строится самим чипом. Для большей наглядности включим отображение полигонов. На рисунке 2a изображена исходная трехмерная модель без применения N-патчей, а на рисунке 2b — с применением N-патчей 4-го уровня. Отображение полигонов на этих моделях позволяет наглядно разобраться в принципе работы TRUEFORM. Также замечу, что если отключить освещение, то никаких заметных глазу изменений с моделью после применения N-патчей выше 4-го уровня не происходит.



- » ► позволяет создавать освещение и затенение без использования карт затенения, подключив тем самым к работе только блок T&L и пиксельные шейдеры;
- увеличение объема свободной памяти видеокарты. Поясню на примере. Для создания реалистичного дерева требуется большое число полигонов. И разработчики зачастую идут на такие приемы: для создания леса очень часто используется несколько одинаковых деревьев. Если же применять TRUEFORM для создания дерева, можно использовать меньшее количество полигонов, а следовательно, таким образом увеличить количество разных деревьев в лесу и освободить часть памяти, да и системные ресурсы от передачи ненужных данных. На детализации это никак не скажется, даже напротив — исчезнут острые углы.

Из всего этого можно сделать вывод о том, что данная технология поможет существенно улучшить качество трехмерного мира во всех существующих и несуществующих пока играх.

И напоследок о поддержке данной технологии играми. Патч для игры Counterstrike с поддержкой TRUEFORM уже готов. Как TRUEFORM будет влиять на производительность, пока до конца непонятно. То есть снижение fps, конечно, будет иметь место, но только существенное ли?

## SMOOTHVISION

SMOOTHVISION — многошаблонное полноэкранное сглаживание, появившееся еще вместе с Voodoo 5 5500. По сравнению с

GeForce 3 и остальными картами в Radeon 8500 это сглаживание является полностью программируемым. Чип позволяет использовать от 1 до 16 различных программируемых типов шаблонов (субпикселей) и от 1 до 16 шаблонов (субпикселей) для каждого пикселя при полноэкранном сглаживании. Впрочем, эти числа могут варьироваться по желанию разработчиков, так как SMOOTHVISION полностью программируемое полноэкранное сглаживание.

Также разработчики могут размещать субпиксели в пикселе по своему желанию. Однако это еще не все. Если это необходимо, субпиксели также могут размещаться и между пикселями. Основная идея данного метода заключается в том, что каждому пикселю итогового изображения ставится соответствующая совокупность виртуальных субпикселей (банально говоря, пиксель делится на несколько частей), благодаря чему виртуальное разрешение становится выше. Далее все полученные субпиксели подвергаются антиалиасингу. После этого путем интерполяции (масштабирования) восстанавливается исходное разрешение. В результате этого устраняются многие дефекты алиасинга (зазубренность наклонных линий).

На рисунке «Размещение субпикселей» мы видим несколько букв. Именно в этих местах будут созданы субпиксели. Квадрат символизирует пиксель. Внизу рисунка — разработчики не могут произвольно расставлять субпиксели, выбирая порядок расположения из заранее созданных схем, благодаря чему после пол-

ноэкранный антиалиасинг часть дефектов остается.

## Вывод

Факт есть факт, и никуда от него не денешься: с теоретической точки зрения Radeon 8500 выигрывает у GeForce 3, однако пока никто не может гарантировать, что такая же картина сложится на практике. Чип Radeon 8500 обладает довольно неплохим потенциалом. В нем присутствует все, что характерно для лидера рынка 3D ускорителей — и высокая частота работы памяти и чипа, и высокая пропускная способность шины памяти, к тому же в нем реализованы многие современные технологии.

Однако утверждать, что этот чип сможет существенно потеснить GeForce 3, пока рано: карты на базе Radeon 8500 только недавно поступили в продажу, но в следующем номере мы представим нашим уважаемым читателям результаты тестов. Также пока не ясна ситуация с драйверами. Если ATI решит сэкономить на них, то ничего хорошего от Radeon 8500 ждать не стоит. Еще стоит учесть и то, что NVIDIA не захочет пропускать этот продукт на рынок, так как он крайне опасен для финансового благополучия компании.

Все эти факторы могут повлиять на популярность Radeon 8500, хотя предварительные тесты говорят о конкурентоспособности данного чипа. А в начале весны должен появиться Kuro III с тайловой архитектурой и блоком T&L (которого нет на Kuro II), и, возможно, тогда и GeForce 3, и Radeon 8500 будут вытеснены с рынка.

■ ■ ■ Алексей Мирошниченко