

Компьютерная графика: Дополнительные главы

Лекция 1: Mappings

Н.Д. Смирнова

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет

25.12.2010

Очень дорого

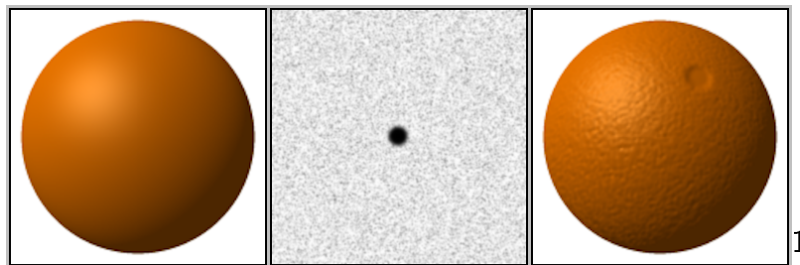
- рендерить высокополигональные модели
- менять параметры вершин on-the-fly на CPU

Текстуры нам помогут

- перенести детали модели на пиксельный уровень
- менять параметры вершин on-the-fly на GPU

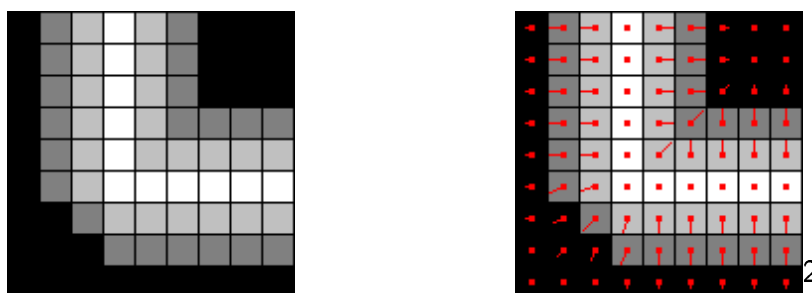
Детали нужны не всегда!

- Искажает значения нормалей полигонов
- Использует per-fragment lighting
- Greyscale текстура = карта высот (height map)



¹http://en.wikipedia.org/wiki/Bump_mapping

Построение локальной нормали



```
n.x = pixel(x-1, y) - pixel(x+1, y);
n.y = pixel(x, y-1) - pixel(x, y+1);
n.z = pixel(x, y);
normalize(n);
```

Возможны другие варианты...

²http://freespace.virgin.net/hugo.elias/graphics/x_polybm.htm

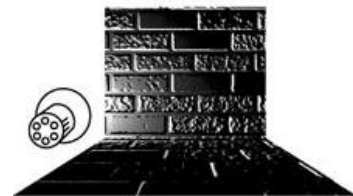
Использование локальной нормали

- плоская геометрия
- с нормальми $(0, 0, 1)$



корректно

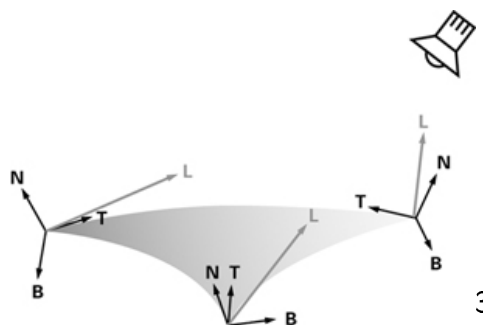
- произвольная геометрия
- произвольные нормали



некорректно

нормаль надо повернуть

Tangent Space



- $\text{Tangent}(\vec{T})$ - касательная
- $\text{Normal}(\vec{N})$ - нормаль
- $\text{Binormal}(\vec{B}) = \vec{N} \times \vec{T}$

Матрица поворота

$$\begin{bmatrix} T_x & B_x & N_x \\ T_y & B_y & N_y \\ T_z & B_z & N_z \end{bmatrix}$$

³http://http.developer.nvidia.com/CgTutorial/cg_tutorial_chapter08.html

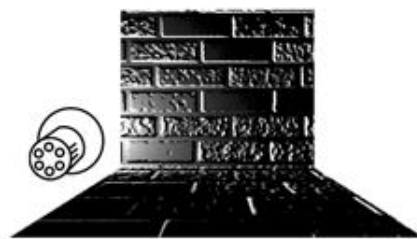
⁴<http://www.terathon.com/code/tangent.html>

Итого:

- Построить локальную нормаль
- Построить матрицу поворота
- Перевести локальную нормаль в world-space (а наоборот?)
- Вычислить освещение



Wall and Floor Lit
Consistently and Correctly



Wall Lit Correctly
Floor Lit Incorrectly (Too Dark)
and Inconsistently

Environment mapped bump mapping

- А что это?
- А зачем?



vs BumpMapping

- Четкого разделения нет, да и суть одна
- Normal maps обычно предрасчитываются
- Normal mapping - оптимизация Bump mapping
 - BM - Blinn 1978 ⁶
 - NM - идея 1996 ⁷, реализация 1998⁸
- Спросим аудиторию?

⁶Blinn, SIGGRAPH 1978 James F.r"Simulation of Wrinkled Surfaces Computer Graphics, Vol. 12 (3), pp.r286-292 SIGGRAPH-ACM (August 1978)

⁷"Fitting Smooth Surfaces to Dense Polygon Meshes"by Krishnamurthy and Levoy, Proc. SIGGRAPH 1996

⁸"A general method for preserving attribute values on simplified meshes"by Cignoni et al. IEEE Visualization '98

Как получить

- Генерация из карты высот
 - DX - D3DXComputeNormalMap
 - CrazyBump ⁹
- Генерация из diffuse текстуры
 - CrazyBump
- Hi-res ⇒ (Low-Res + normal map)
 - AMD GPU MeshMapper ¹⁰
 - 3dSMax
 - Maya(?)
- Из фотографий реального объекта
 - "Normal Map Photography" ¹¹
 - CrazyBump

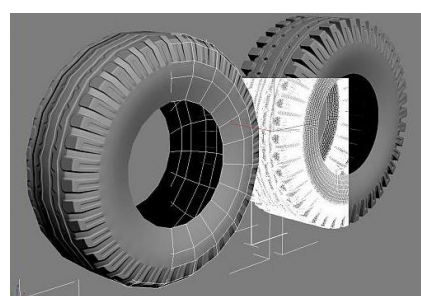
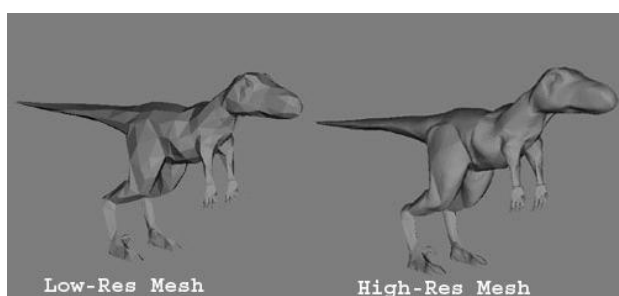
⁹<http://www.crazybump.com>

¹⁰<http://developer.amd.com/archive/gpu/MeshMapper/pages/default.aspx>

¹¹<http://zarria.net/nrmphoto/nrmphoto.html>

Object-space vs Tangent-space

	Object-Space	Tangent-Space
Вычисления	мало	поворот, нормализация
T, B, N	не храним	храним
Tiling	нельзя	можно



¹²<http://www.3dkingdoms.com/tutorial.htm>

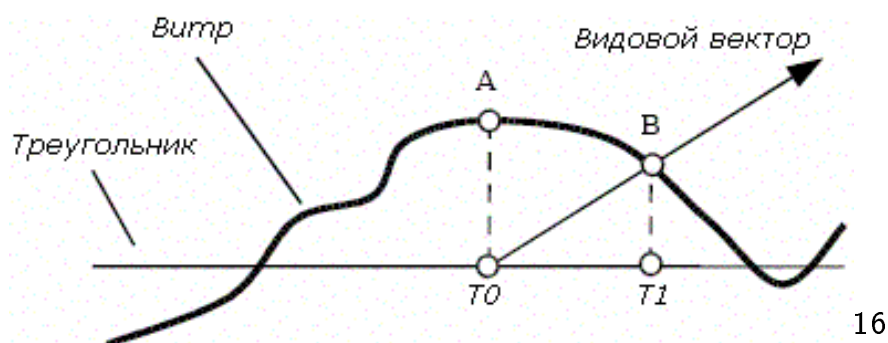
¹³http://forum.cgtalk.by/cms_index.php?page=3996

- Альтернативные названия **offset mapping, virtual displacement mapping**
- Это следующее поколение за normal mapping Kaneko 2001¹⁴
- Смещение текстурных координат => поверхность кажется объемной
- Все расчеты попиксельные



¹⁴Kaneko, T., et al., 2001. Detailed Shape Representation with Parallax Mapping. In Proceedings of ICAT 2001, pp. 205-208.

¹⁵<http://www.ixbt.com/video2/terms2k5.shtml>

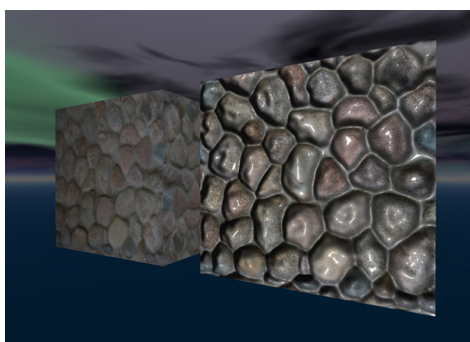


- возвращаются текстурные координаты той точки, где видовой вектор пересекает поверхность
- по новым текстурным координатам делается **normal mapping**
- отличие от normal mapping: +2 математические инструкции, +1 выборка из текстуры

¹⁶<http://www.gamedev.ru/terms/ParallaxMapping>

Хорош для поверхностей:

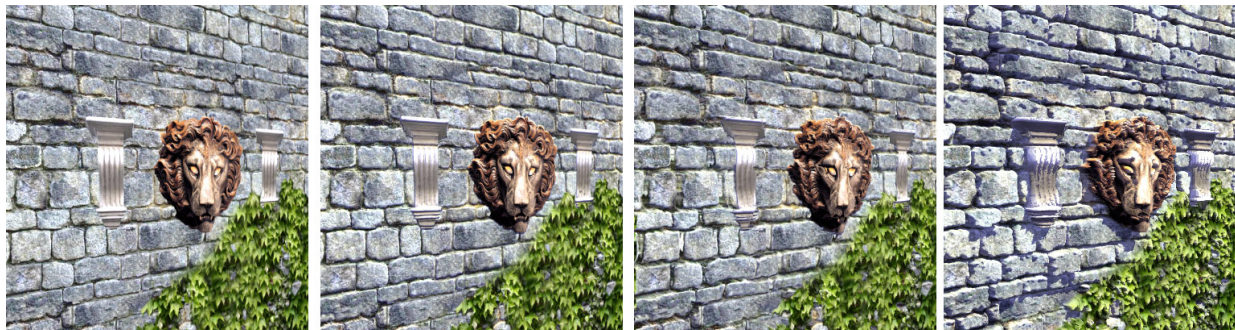
- с плавноменяющимися высотами
- без просчета пересечений
- без больших значений смещения



¹⁷<http://www.gamedev.ru/terms/ParallaxMapping>

¹⁸<http://phwboards.info/showthread.php?t=23298>

Следующий этап **parallax occlusion mapping** = (parallax mapping + ray tracing) ¹⁹



Texture Mapped

Normal Mapped

Parallax Mapped

Steep Parallax Mapped

Но об этом поговорим отдельно...

¹⁹<http://graphics.cs.brown.edu/games/SteepParallax/index.html>

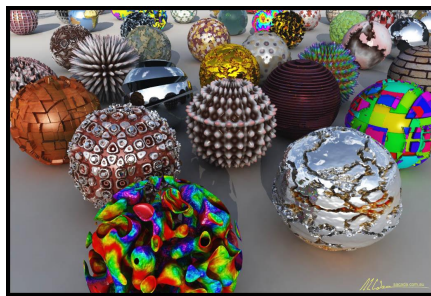
Полноценный displacement:

- техника добавления геометрической детализации в процессе рендера
- изменяется сама поверхность: добавляются вершины
- использование слова "mapping" спорно



²⁰http://en.wikipedia.org/wiki/Displacement_mapping

- движки, использующие архитектуру Reyes ²¹ могли это делать уже 20 лет назад
- микрополигональные рендереры сами теселлируют поверхность до необходимого уровня детализации
- первая коммерческая реализация: Pixar's PhotoRealistic RenderMan ²²
- к сожалению, все это **offline**



23

²¹http://en.wikipedia.org/wiki/Reyes_rendering

²²<http://renderman.pixar.com/products/tools/rps.html>

²³<http://art.sacada.net/forum/0005-creating-hypertextures-vt29.html>

Массовый real-time пока невозможен т.к.:

- GPU поколения DX9 не позволяют генерировать новую геометрию on-the-fly
- GPU поколения DX10, DX11 дороги + требуют новые версии Windows

А что можно?

- двигать вершины уже созданной геометрии вдоль нормалей
- в DX9 это называется vertex-texture mapping



24

²⁴http://http.developer.nvidia.com/GPUGems2/gpugems2_chapter18.html

TO BE CONTINUED...