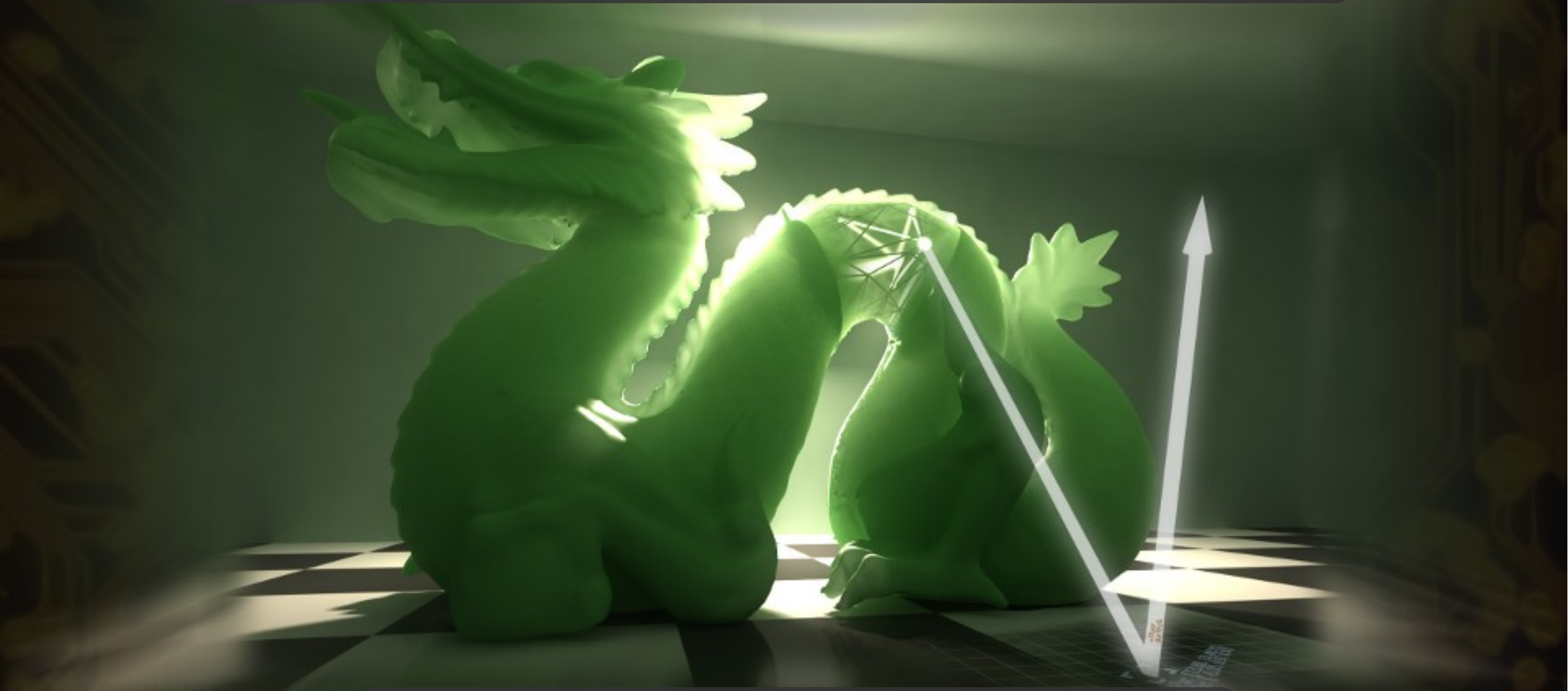
3D графика и трасиране на лъчи v.2.0



http://raytracing-bg.net/

Тема 8

Триъгълни мрежи (продължение)
Файлови формати за триъгълни мрежи
Bump Maps

Съдържание

- Файлови формати за триъгълни мрежи
- Форматът .OBJ – реализация
- Релефни текстури (Bump maps)

Файлови формати за триъгълни мрежи

- Удобно е триъгълните мрежи да се записват във файл
- Поради големината си, повечето формати за триъгълни мрежи са двоични
  - Например популярния формат на 3ds max - .3DS
  - Но има и изключения
- Във файловете с триъгълни мрежи обикновено се записва само геометрията – няма материали
  - Записват се списъци с върхове, нормали и текстурни координати, както и списъка със самите триъгълници

Файловият формат .OBJ

- Разработен първоначално от Wavefront Technologies, но е универсално приет в повечето 3D пакети
  - 3ds max, Maya, XSI, Blender, дори Mathematica, както и много други
  - Прост текстов формат, с добра [спецификация]
- След като си напишем .obj четец, ще можем да ползваме триъгълни мрежи от почти всички 3D пакети (почти всички от тях имат .obj exporter)

OBJ пример – тетраедър

```
# XSI Wavefront OBJ Export v3.0

#begin 5 vertices
v 0.000000 -1.333333 0.000000
v 0.000000 2.666667 0.000000
v -1.000000 -1.333333 -0.000000
v 0.500000 -1.333333 0.866025
v 0.500000 -1.333333 -0.866025
#end 5 vertices

#begin 6 normals
vn 0.000000 -1.000000 0.000000
vn -0.496139 0.124035 0.859338
vn 0.000000 -1.000000 0.000000
vn 0.992278 0.124035 0.000000
vn 0.000000 -1.000000 0.000000
vn -0.496139 0.124035
-0.859338
#end 6 vertex normals

#begin 6 faces
f	4//1	3//1	1//1
f	3//2	4//2	2//2
f	5//3	4//3	1//3
f	4//4	5//4	2//4
f	3//5	5//5	1//5
f	5//6	3//6	2//6
#end 6 faces
```

OBJ

- „v *X Y Z*“ описва един връх
- „vt *U V*“ описва двойка текстурни координати
- „vn *X Y Z*“ описва нормален вектор
- „f *връх*$_1$ *връх*$_2$ ... *връх*$_N$“ описва един многоъгълник
  - *връх*$_i$ е или число, или тройка *връх/tex_uv/нормала*
  - Числата индексират в списъците v, vt и vn (1-based)
  - Може да имаме повече от 3 върха – например „f 1 2 3 4“ дефинира четириъгълник

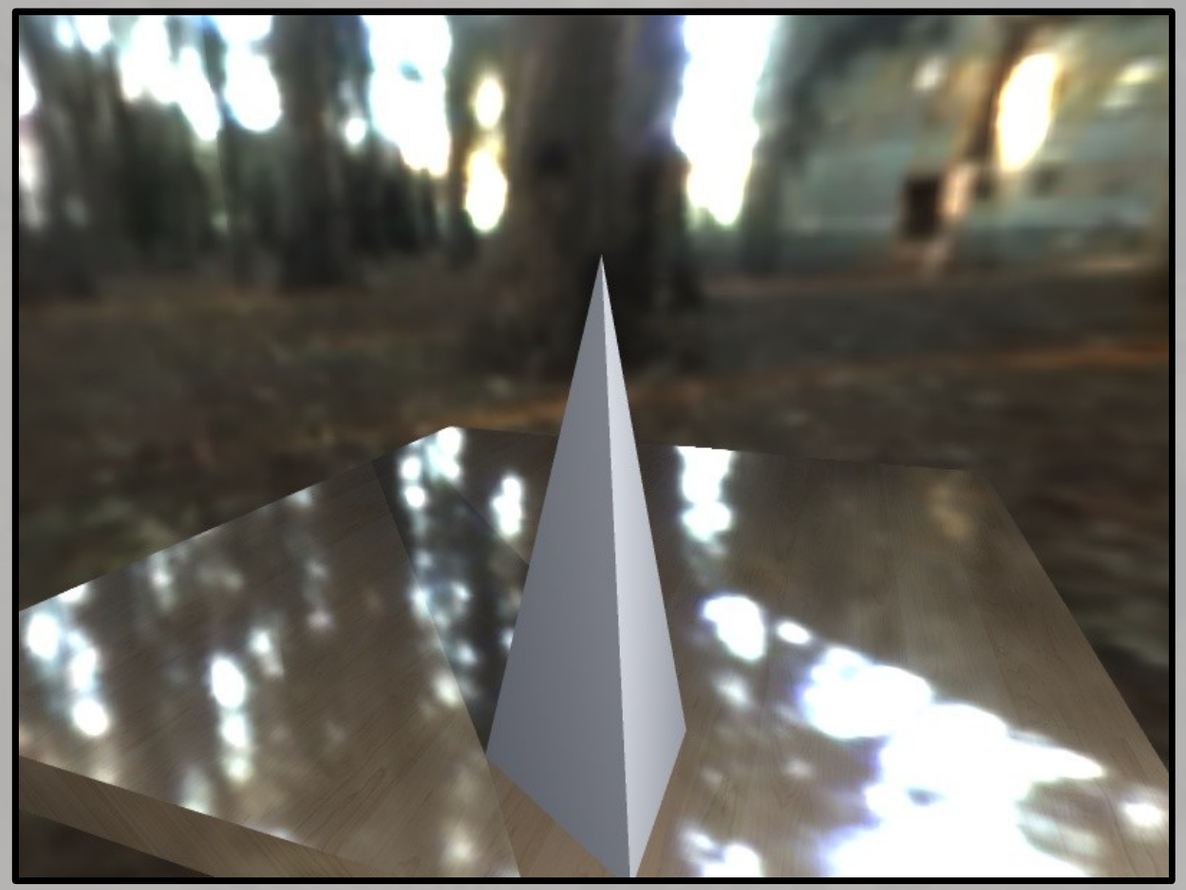
OBJ

- vt и vn списъците може да липсват. Тогава OBJ файла дефинира само формата на геометрията
- Някой от компонентите на тройката връх/tex_uv/нормала може да липсва
  - Например, „5//1“ или „5/4“
- При многоъгълник с повече от 3 върха, гарантирано е, че те лежат на една равнина

Схема за OBJ четец

- Прочитат се всички v, vt, vn и f редове и се вкарват в съответните масиви
- Преизчисляват се нормалите (gnormals) на триъгълниците
- Намира се заграждащата сфера на обекта
  - Или друга заграждаща геометрия (bounding volume)

Резултати



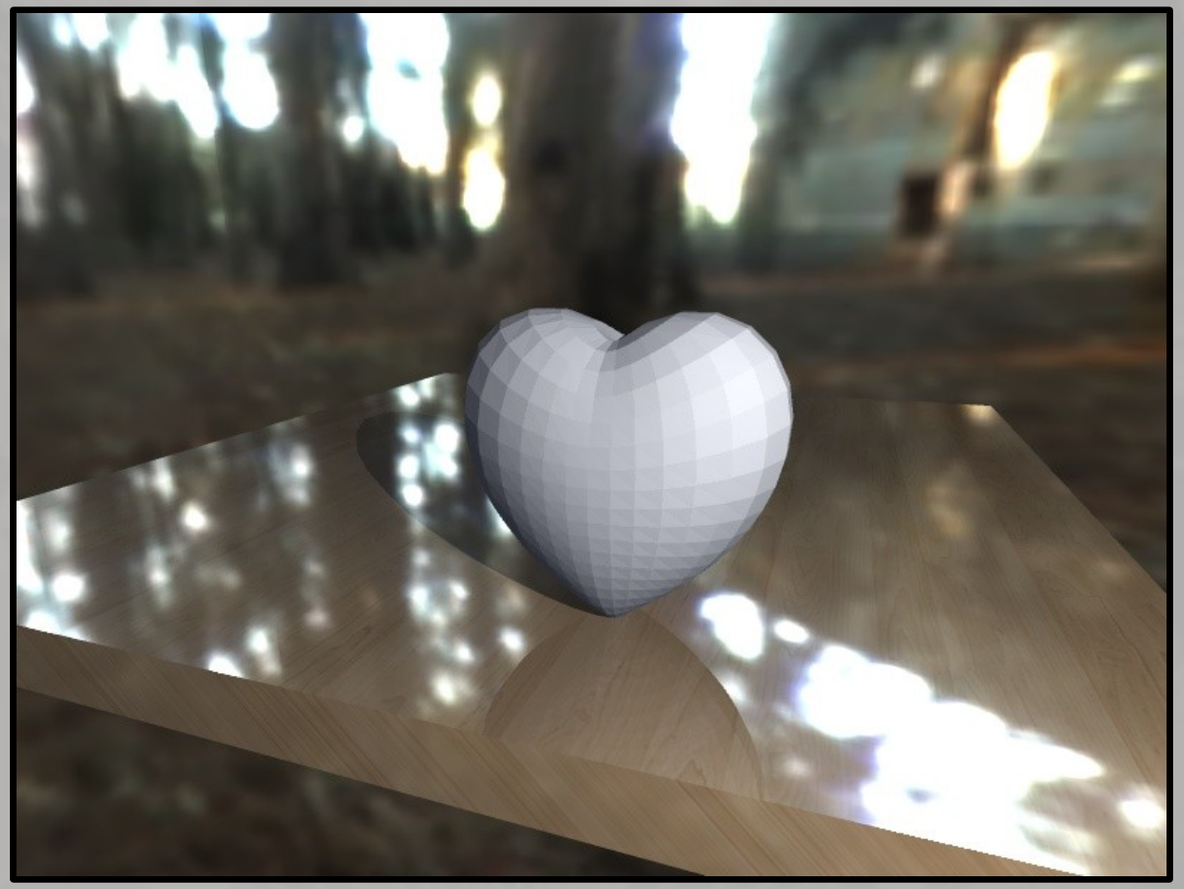
Тетраедър

Резултати

Чайник

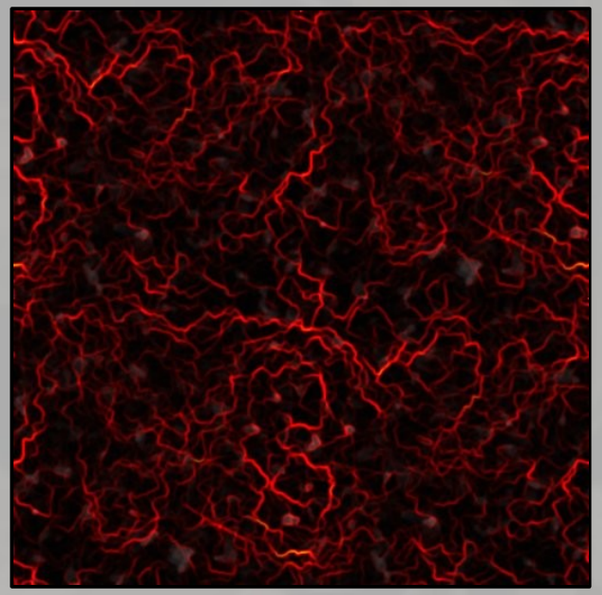
- Без и с изглаждане на нормалите

Резултати



Сърце (с flat шейдър)

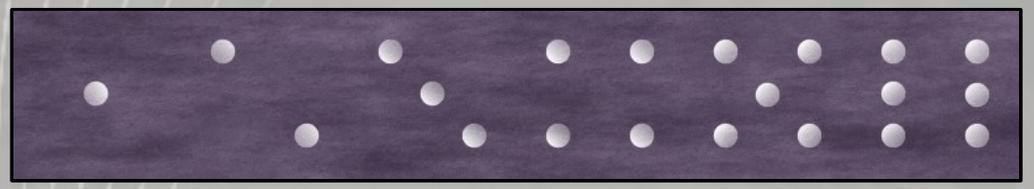
Резултати



С текстура

Резултати

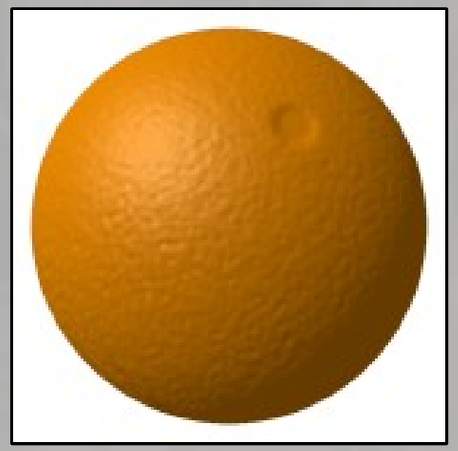
- Текстурата не е необходимо да е квадратна
- Текстурните координати на съседните върхове може да са прекъснати



Резултати

Сложен mesh с fresnel шейдър, наподобяващ стъкло

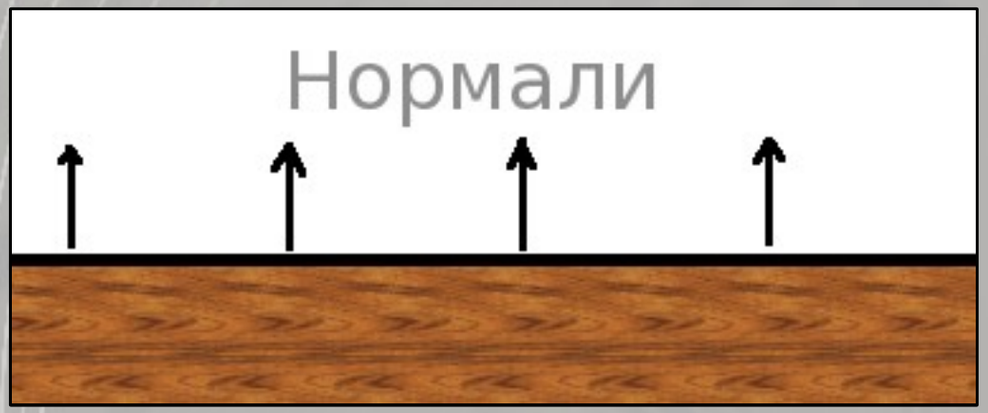
Bump mapping

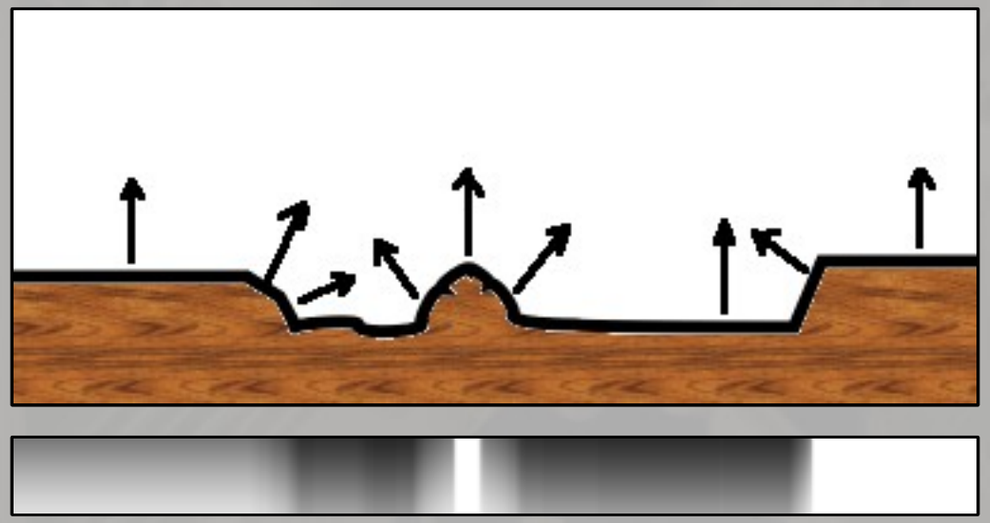


- Bump map-овете симулират релеф върху повърхностите (които иначе са гладки)
- Подходящи са когато релефът е относително дребнозърнест
- Позволяват ни да добавим усещане за фин детайл, и то почти „безплатно“ (не генерираме никаква допълнителна геометрия)

Bump mapping

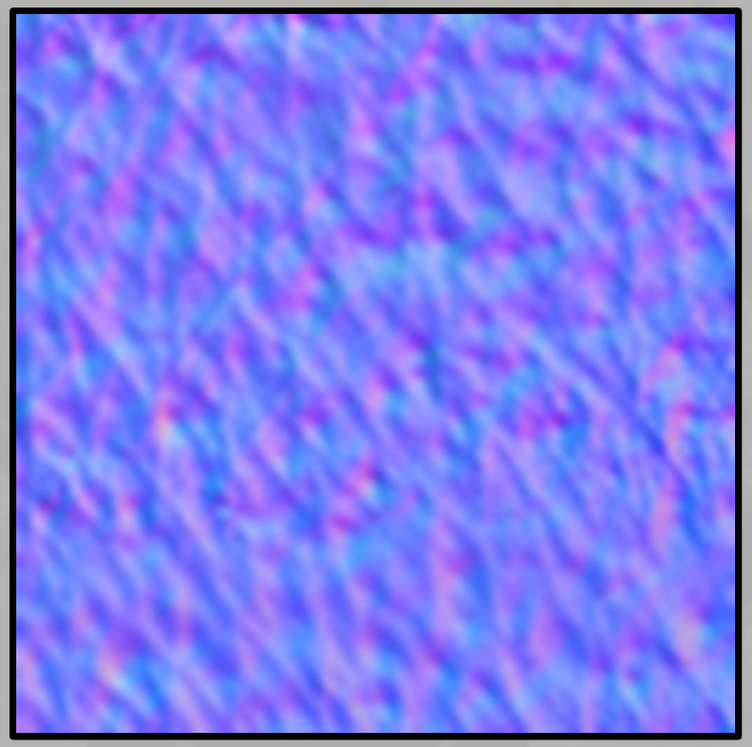
- Идеята: при пресичането с геометрията, ще преместим малко нормалата. Колко и накъде точно да я преместим ще вземем от някаква текстура
- Обикновено текстурата показва „височината“ на релефа





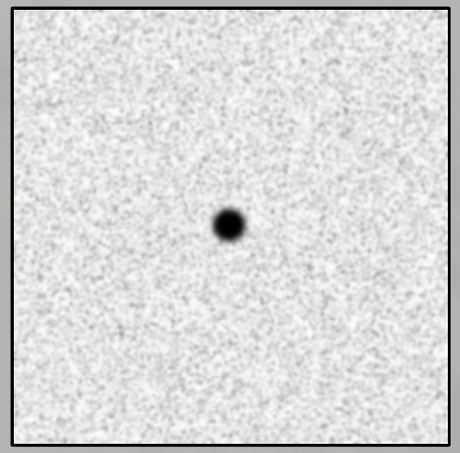
Видове bump maps

- Вариант 1: текстурата показва с по колко (по x, y, и z направленията) да отклоним нормалния вектор. Т.е., от RGB компонентите на цвета в дадения тексел прехвърляме към XYZ компоненти на отклоняващия вектор
- Пример за такава текстура:



Видове bump maps

- Вариант 2: текстурата ни показва „височината“ на релефа
- Пример:



- Този вариант изисква да изчислим една специална текстура на отклонението (подобна на тази от Вариант 1). Тя се получава като пресметнем разликите между пикселите от дадената текстура по X и по Y (т.е., като „диференцираме“ текстурата)

Изчисляване на bump map текстурата

```
for each row y:
    for each column x:
        bumpTex(x, y).dx = origTex(x, y).intensity() - origTex(x + 1, y).intensity()
        bumpTex(x, y).dy = origTex(x, y).intensity() - origTex(x, y + 1).intensity()
```

* (трябва само да решим проблема ако липсват десните/долните съседи)

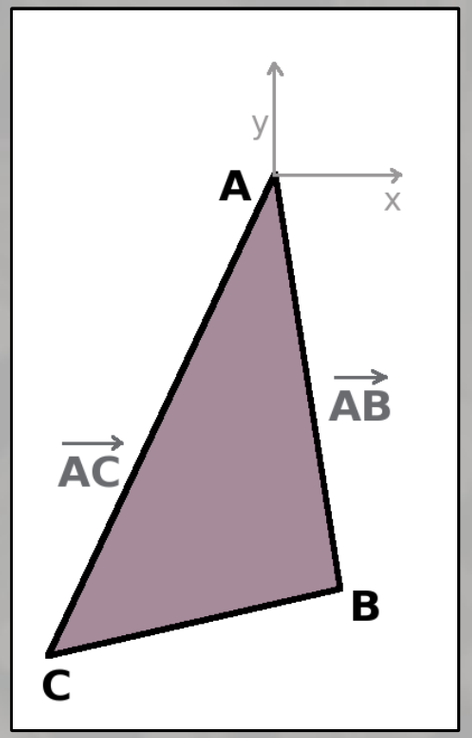
** (изваждаме *ляв-десен*, защото искаме, ако левият пиксел е по-ярък, отклонението да е положително по x (виж схемата 3 слайда назад), т.е. по-ярките пиксели да са по-високи)

Реализация на bump map

- В Mesh::intersect() трябва да променим info.norm нормалата, като вземем силата на отклонението от bump map текстурата, индексирайки я с изчислените uv координати
- Обаче не знаем накъде да отклоним нормалата
  - Двойката отклоняващи вектори dNdx и dNdy зависят от текущата позиция по триъгълната мрежа
  - Например, върху горния капак на един куб, dNdx = +x, dNdy = +z. Върху предната страна (+X страната), те са dNdx = +z, dNdy = +y

Реализация на bump map

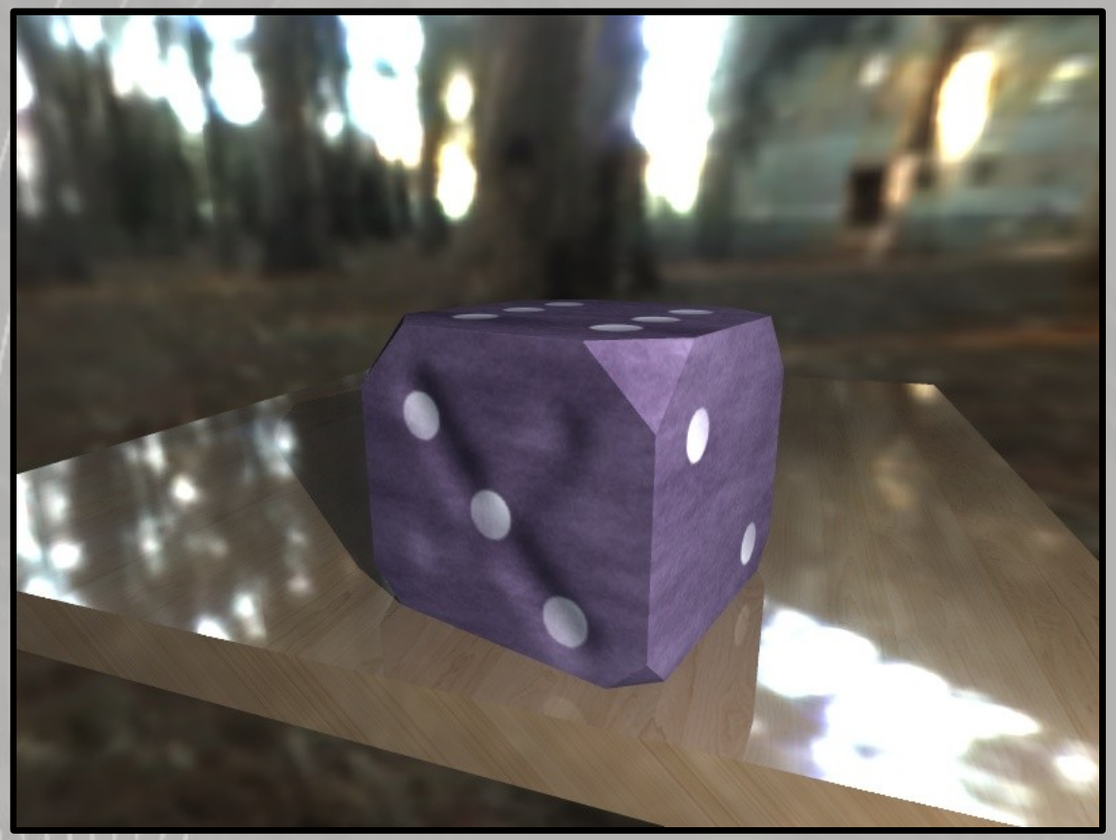
- Идеята: в текстурното (2D) пространство, ще изразим векторите (1, 0) и (0, 1) спрямо координатната система на триъгълника (т.е., спрямо барицентричните координати)
  - (заб: тук, A, B и C са текстурни координати; т.е. върховете на триъгълника в UV пространството)
- В резултат на това, ще имаме
  - x = px * AB + qx * AC
  - y = py * AB + qy * AC



Реализация на bump map

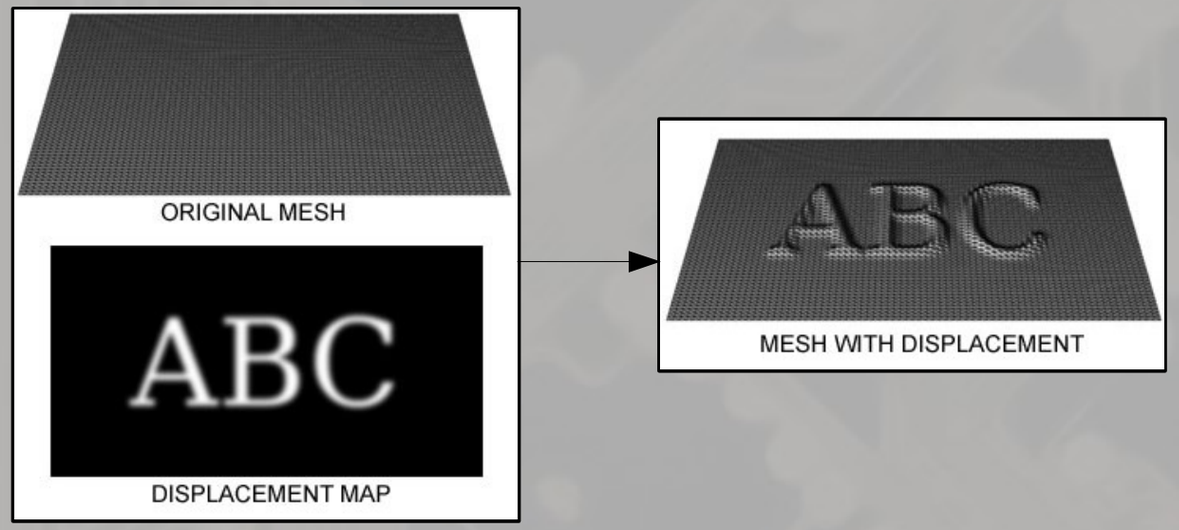
- След като сме сметнали px, qx, py и qy, можем да се прехвърлим в истинското 3D пространство, и, ползвайки върховете на триъгълника A, B и C, да пресметнем отклоняващите вектори в 3D:
  - dNdx = px * AB + qx * AC
  - dNdy = py * AB + qy * AC
  - (трябва само да ги нормираме)
- Така, изчисляването на bump mapping-а става:
  - info.norm += bumpTex(u, v).dx * dNdx + bumpTex(u, v).dy * dNdy

Резултати



Bump map върху други примитиви

- Така разглежданият bump map алгоритъм ще работи само върху триъгълни мрежи, заради начина на получаване на dNdx и dNdy
- Но ако реализираме коректното пресмятане на тези вектори върху друга геометрия, ще може да приложим bump map и върху нея
- Вариант 1 на bump map работи навсякъде, но се изисква специално приготовление на самия bump map, т.е. текстурата трябва да „знае“ върху каква геометрия ще се прилага

Разширения на bump map идеята

- Parallax mapping
  - При него, модифицираме и текстурните координати (симулира се къде щеше да удари лъча, ако геометрията наистина е релефна)
- Displacement mapping
  - Триъгълната мрежа се разбива до по-фини триъгълници, които действително се изместват