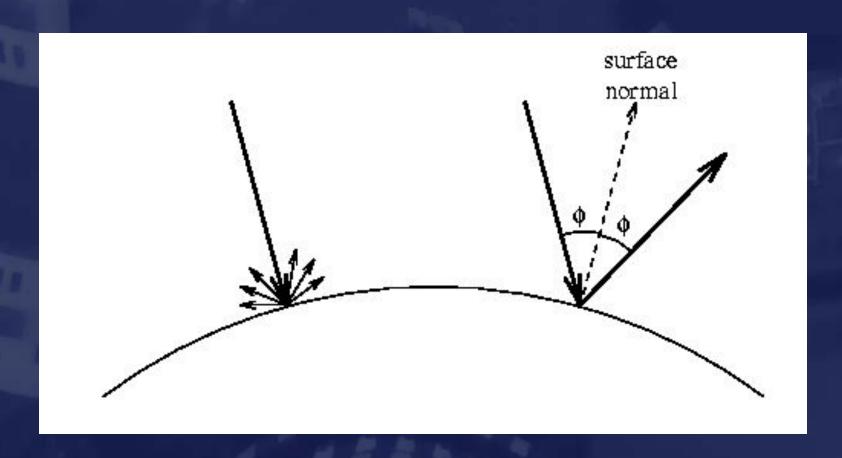
Освещение и текстурирование в OpenGL

Лекция 10

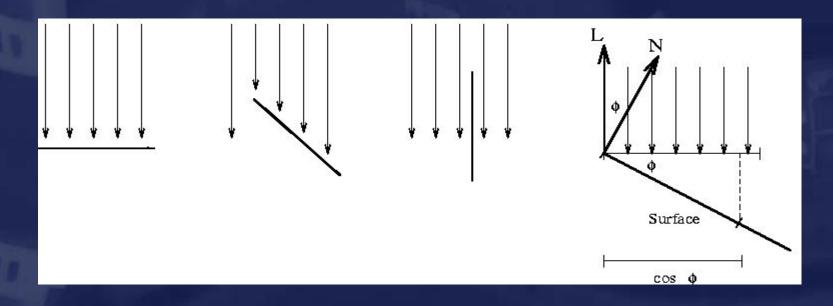
Астана 2004

Диффузное и зерк альное отражение



Диффузное отражение

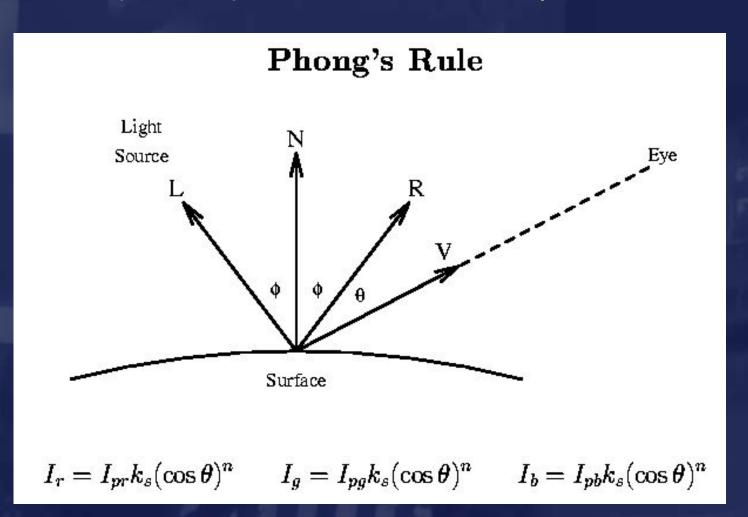
Интенсивность освещения рассчитывается отдельно для каждой компонент R, G и B.



$$I_r = k_{dr} rac{I_{pr}}{d} \cos \phi$$
 $I_g = k_{dg} rac{I_{pg}}{d} \cos \phi$ $I_b = k_{db} rac{I_{pb}}{d} \cos \phi$

Зеркальное отражение

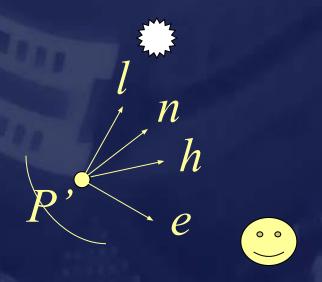
□ Зеркальное отражение рассчитывается по закону Фонга



Уравнение освещенности

$$I = a_m a_l + d_m d_l (n \boxtimes l) + s_m s_l (n \boxtimes h)^{h_s}$$

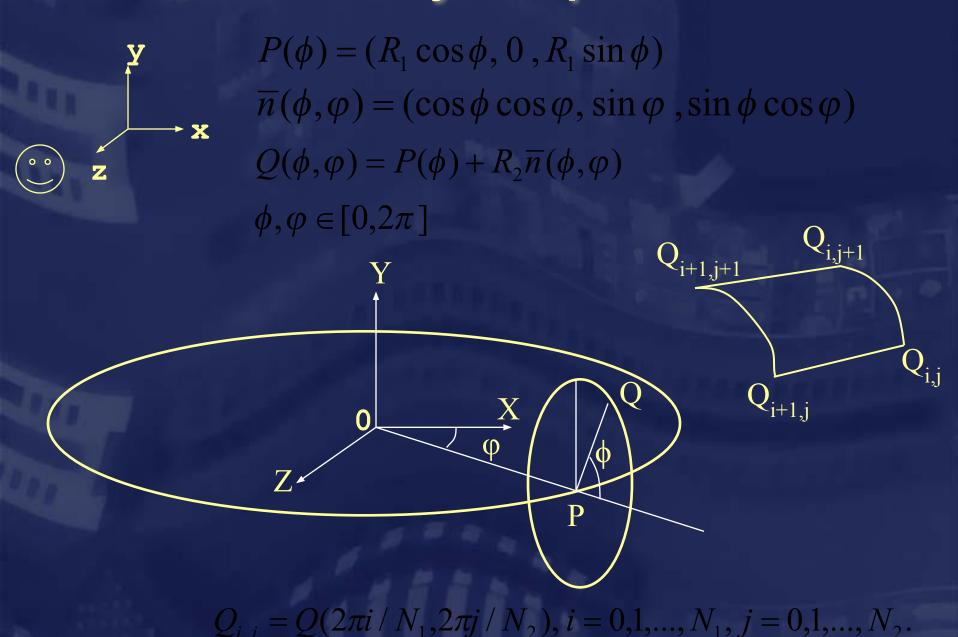
- □ Фоновое освещение не имеет источника и зависит только от сцены
- При диффузном освещении свет от источника равномерно рассеивается во всех направлениях.
- □ При зеркальном освещении свет от источника отражается от повехности.в одном направлении. Зеркальная освещенность дополнительно зависит от положения наблюдателя.



$$(a \boxtimes b) = \begin{cases} (a,b), & (a,b) \ge 0 \\ 0, & (a,b) < 0 \end{cases}$$

$$h = \frac{l + e}{\|l + e\|}$$

Рисуем тор

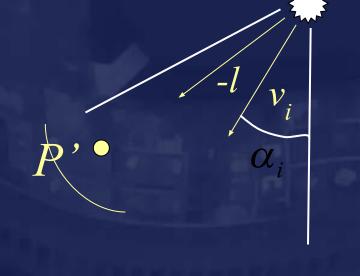


Уравнение освещенности OpenGL

$$c = e_m + a_m a_s + \sum_{i=0}^{n-1} att_i \cdot spot_i \cdot (a_m a_i + d_m d_i (n \boxtimes l) + s_m s_i (n \boxtimes h)^{h_m})$$

$$att_{i} = \frac{1}{k_{c,i} + k_{l,i}r + k_{q,i}r^{2}},$$

$$spot_{i} = \begin{cases} 1, \alpha_{i} = \pi, \\ 0, (v_{i}, -l) < \cos(\alpha_{i}), \\ (v_{i}, -l), (v_{i}, -l) \geq \cos(\alpha_{i}). \end{cases}$$



 $spot_i$ — коэффициент направленности att_i — коэффициент затухания a_s — фоновое освещение a_i , s_i , d_i — свойства i-го источника освещения e_m , a_m , s_m , d_m , h_m — свойства материала

Установка параметров освещения в OpenGL

Задаем параметры материала:

```
void glMaterialfv(GLenum face,GLenum param,GLfloat *value);
   face = {GL_FRONT|GL_BACK}
   param = {GL_AMBIENT|GL_DIFFUSE|GL_EMISSIVE|GL_SPECULAR}
   value = float[4] // RGBA

void glMaterialf(GLenum face,GL_SHININESS,GLfloat value);
```

Задаем цвет фонового освещения:

```
void glLightModelfv(GLenum param,GLfloat *value);
   param = LIGHT_MODEL_AMBIENT
   value = float[4] // RGBA
```

Задаем цвет источника освещения:

```
void glLightfv(GLenum light,GLenum param,GLfloat *value);
   face = {GL_LIGHT0|GL_LIGHT1|...}
   param = {GL_AMBIENT|GL_DIFFUSE|GL_SPECULAR}
   value = float[4] // RGBA
```

Установка параметров освещения. Часть 2.

Задаем положение источника освещения:

```
void glLightfv(GLenum light, GL_POSITION,GLfloat *value);
   face = {GL_LIGHT0|GL_LIGHT1|...}
   value = float[4] // x,y,z,w
```

Координаты источника освещения преобразуются текущей матрицей модельного преобразования!

□ Включаем расчет освещенности

```
void glEnable(GLenum type); type = GL LIGHTING;
```

□ Включаем требуемые источники освещения

```
void glEnable(GLenum type); type = GL_LIGHT0;
```

Включаем требуемые источники освещения

```
void glShadeModel(GLenum type);

type = GL_FLAT; - плоская закраска грани

type = GL_SMOOTH - закраска по Гуро
```

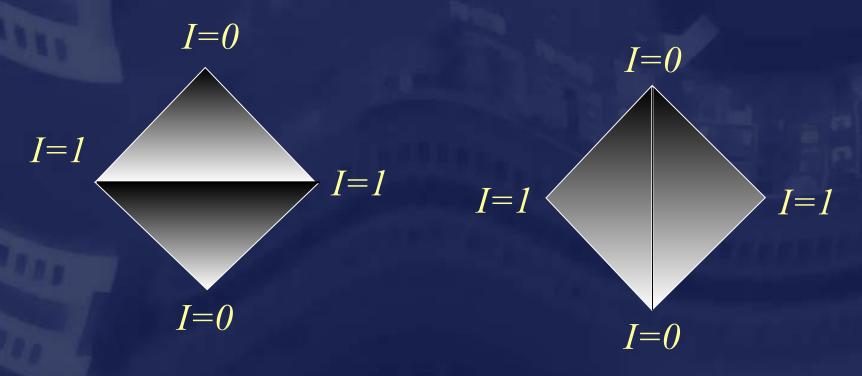
Растеризация



- Интерполяция цвета вдоль примитива закраска по Гуро $RGBA(x,y) = L(x,y,RGBA_i)$
- □ Интерполяция цвета вдоль примитива закраска по Фонгу

Фонг и Гуро - ошибки интерполяции

Освещенность зависит от способа разбиения на примитивы



□ Поле нормалей лучше задавать в виде текстуры!

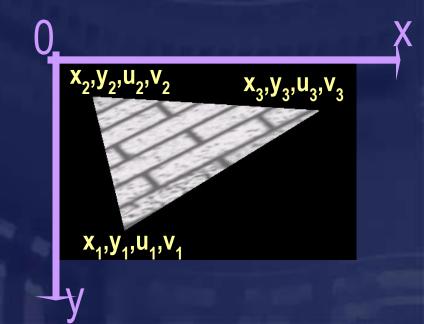
Текстурирование $V_{i} = \{P_{i}, n_{i}, u_{i}, v_{i}, ...\}, i = 1, 2, 3$

) U

$$V_i' = \{x_i, y_i, u_i, v_i, \dots\}, i = 1, 2, 3$$

"Перспективное" текстурирование:

$$u(x,y) = \frac{Ax + By + C}{Px + Qy + R}$$
$$v(x,y) = \frac{Dx + Ey + F}{Px + Qy + R}$$



Текстурирование в OpenGL

Создаем текстуру - прямоугольный массив с цветами пикселов. Высота и ширина должны быть степенями двойки.

| RGB ₀₀ | RGB ₁₀ | ••• | RGB _{N0} |
|-------------------|-------------------|-----|-------------------|
| RGB ₀₁ | RGB ₁₁ | ••• | RGB _{N1} |
| | | ••• | |
| RGB _{OM} | RGB _{1M} | ••• | RGB _{NM} |

$$N = 2^n - 1,$$

$$M = 2^m - 1.$$

$$M = 2^m - 1$$

Получаем номер текстурного объекта

```
GLuint texture;
glGenTextures (1, &texture);
```

□ Активизируем текстурный объект

```
glBindTexture(texture);
```

Текстурирование в OpenGL: часть 2

Загружаем текстуру

```
glPixelStorei(GL UNPACK ALIGNMENT,1);
glTexImage2D(GL TEXTURE 2D,
       0,
                          // Mip-level
       GL RGB,
                           // Формат текстуры
       tex width, tex height,
                    // Ширина границы
                    // Формат исходных данных
          GL RGB,
           GL_UNSIGNED_BYTE, // Тип данных
       tex_bits); // Исходные данные
Устанавливаем режимы текстурирования
 glTexParameteri(GL TEXTURE 2D,
                 GL TEXTURE WRAP S, GL REPEAT);
 glTexParameteri(GL TEXTURE 2D,
                 GL TEXTURE WRAP T, GL REPEAT);
 glTexParameteri(GL TEXTURE 2D,
                 GL TEXTURE MAG FILTER, GL LINEAR);
 glTexParameteri(GL TEXTURE 2D,
                 GL TEXTURE MIN FILTER, GL LINEAR);
```

Текстурирование в OpenGL: часть 3

□ Разрешаем текстурирования

```
glEnable(GL_TEXTURE_2D);
```

☐ Задаем текстурные координаты glTexCoord2d(u,v);

■ Возможно, потребуется включить режим перспективного текстурирования

```
glHint(GL_PERSPECTIVE_CORRECTION_HINT,GL_NICEST);
```

□ Возвращаем номер текстурного объекта в список свободных glDeleteTextures (1, &texture);