Лекция №2

Программирование анимации
Буферы глубины и цвета
Камера
Организация интерактивности

Рябинин Константин Валентинович

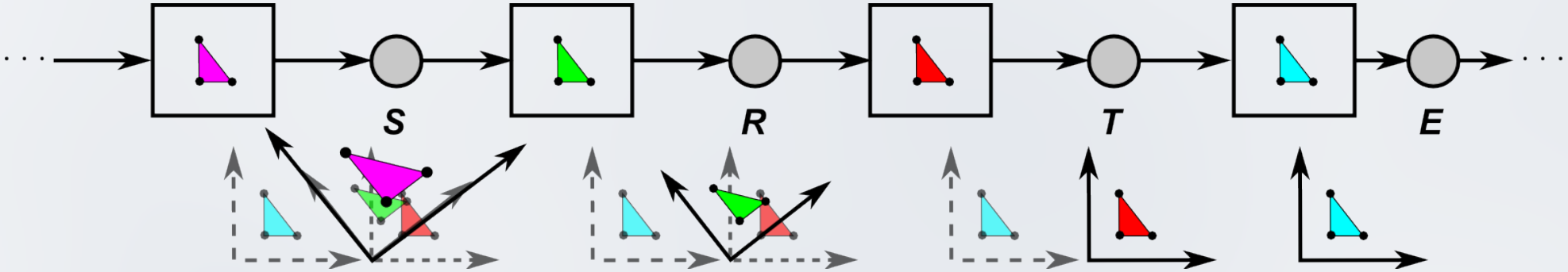
e-mail: icosaeder@ya.ru
jabber: icosaeder@jabber.ru

Пермь, 2011

Аффинные преобразования

- Преобразования можно совершать вручную, изменяя координаты вершин, но это неэффективно, хотя в этом случае будет получена модель глобальной системы координат
  Лучше использовать матрицу преобразований

Принцип применения аффинных преобразований в OpenGL:



Аффинные преобразования достигаются путём изменения матрицы MODELVIEW при помощи команд

- glTranslatef(GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z)
- glRotatef(GLfloat angle, GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z)
- glScalef(GLfloat x, GLfloat y, GLfloat z)

Анимация

Анимация – это вдыхание жизни в сцену :)

Анимация – это последовательное отображение кадров с различным содержанием

(конструктивно)

Программно-аппаратная поддержка анимации:
механизм двойной буферизации

→ **Строго говоря, любое свойство объекта может быть анимировано**

Важное требование к анимации:
сохранение межкадрового соответствия
(*frame-to-frame coherence*)

Скорость анимации

Анимация по таймеру:

- Идея: запуск некоторого таймера (должен поддерживаться системой), который в наперёд заданные моменты времени вызывает функцию обновления состояния
- Способ имеет право на существование лишь в исключительных случаях
- Таймер лучше использовать как триггер анимации, а не как её «драйвер»

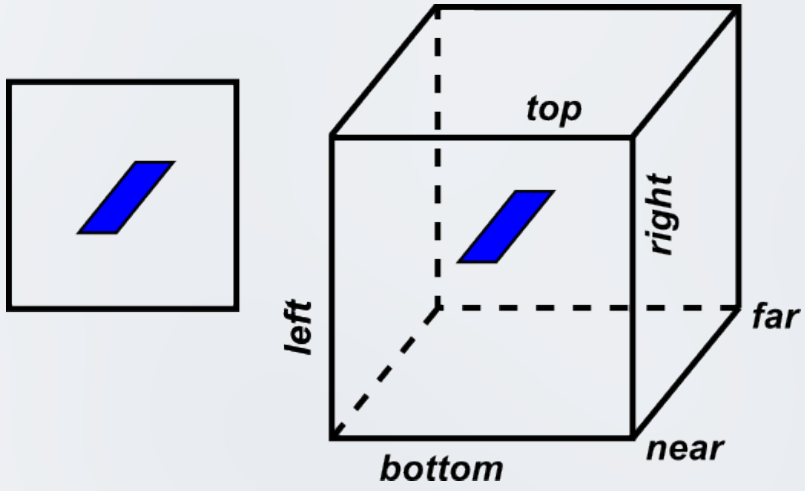
Непрерывная анимация:

- Идея: обновление состояния происходит с максимально возможной скоростью, а величина изменения вычисляется на основе желаемой и фактической скорости

Проекции

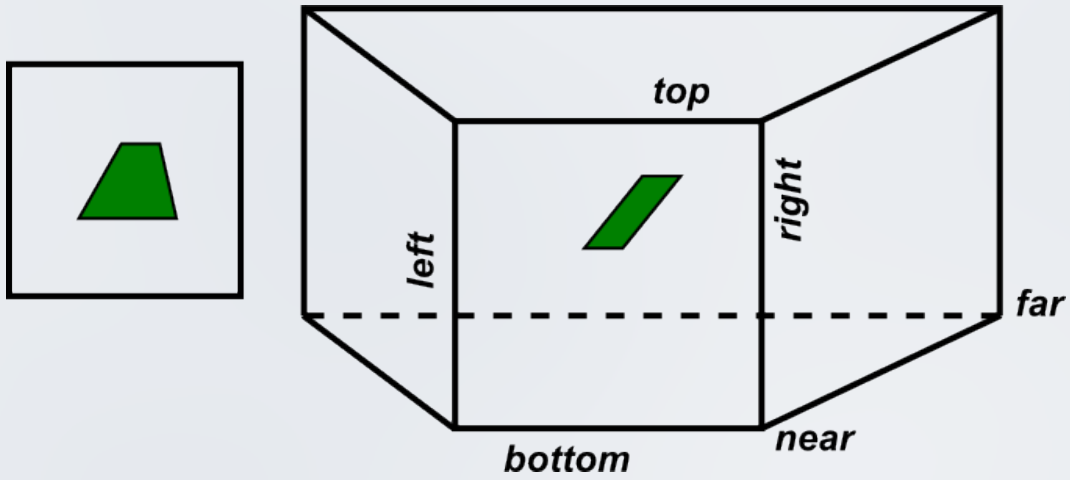
- Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства

Параллельная проекция




```
glOrtho(GLdouble left,
        GLdouble right,
        GLdouble bottom,
        GLdouble top,
        GLdouble near,
        GLdouble far)
```

Перспективная проекция

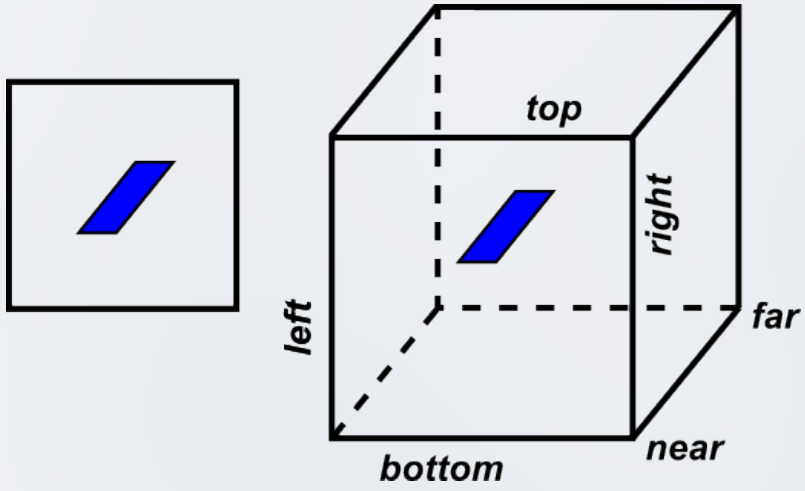



```
glFrustum(GLdouble left,
          GLdouble right,
          GLdouble bottom,
          GLdouble top,
          GLdouble near,
          GLdouble far)
```

Проекции

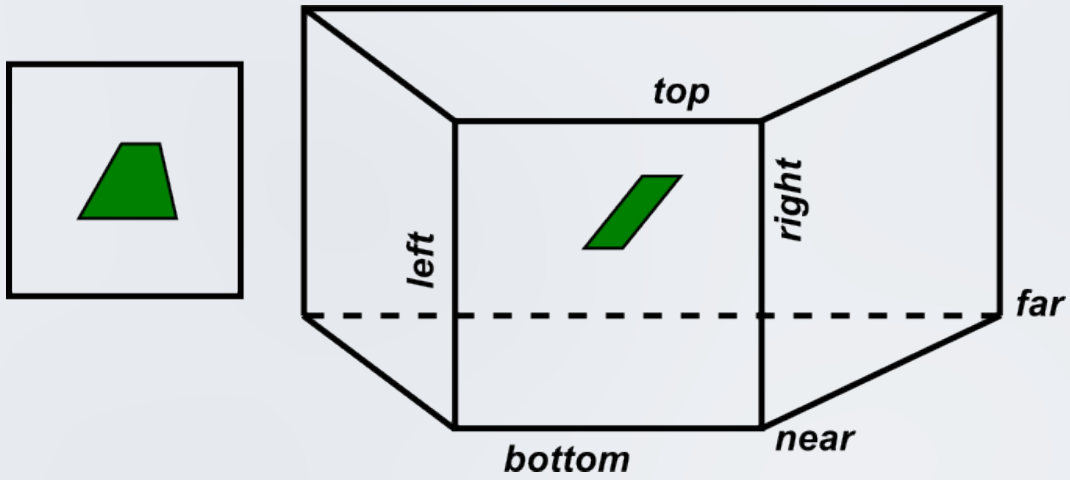
- **Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства**

Параллельная проекция



$$\begin{pmatrix} \frac{2}{right-left} & 0 & 0 & -\frac{right+left}{right-left} \\ 0 & \frac{2}{top-bottom} & 0 & -\frac{top+bottom}{top-bottom} \\ 0 & 0 & \frac{-2}{far-near} & -\frac{far+near}{far-near} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Перспективная проекция

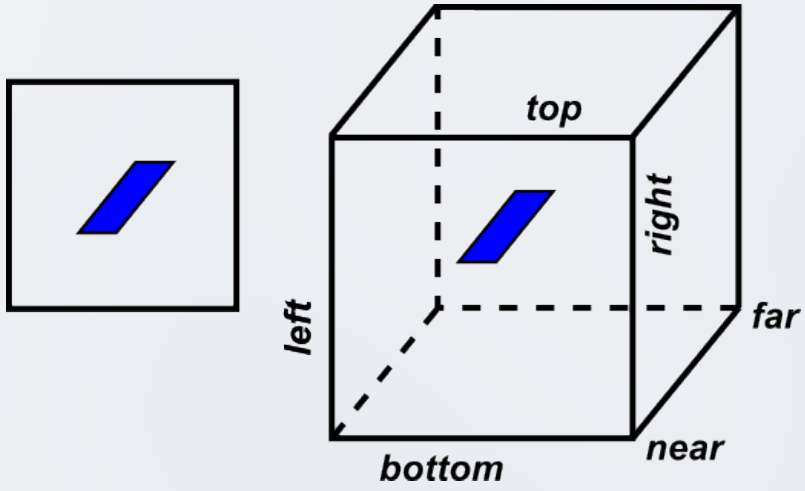


$$\begin{pmatrix} \frac{2\,near}{right-left} & 0 & \frac{right+left}{right-left} & 0 \\ 0 & \frac{2\,near}{top-bottom} & \frac{top+bottom}{top-bottom} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{far+near}{far-near} & -\frac{2\,far\,near}{far-near} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Проекции

- Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства

Параллельная проекция

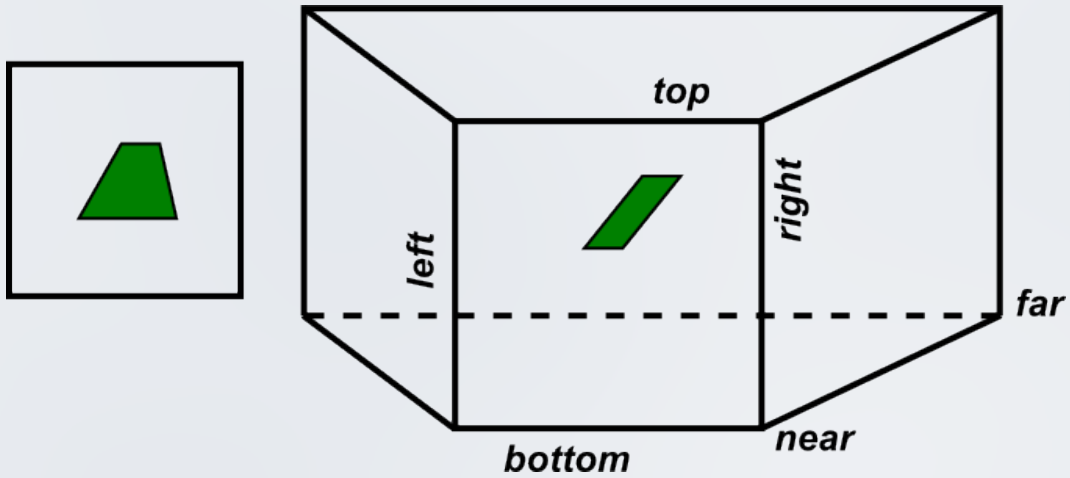



```
gluOrtho2D(GLdouble left,
           GLdouble right,
           GLdouble bottom,
           GLdouble top)
```

~

```
glOrtho(left, right, bottom, top, -1, 1)
```

Перспективная проекция




```
gluPerspective(GLdouble fov,
               GLdouble aspect,
               GLdouble near,
               GLdouble far)
```

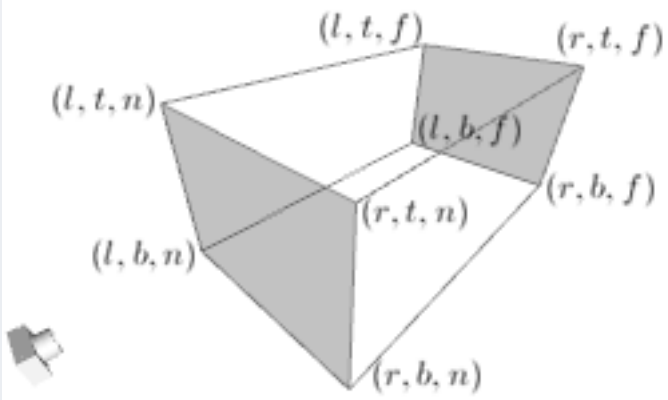
~

```
h = tan((fov / 2) / 180 * M_PI) * near
w = h * aspect
glFrustum(-w, w, -h, h, near, far)
```

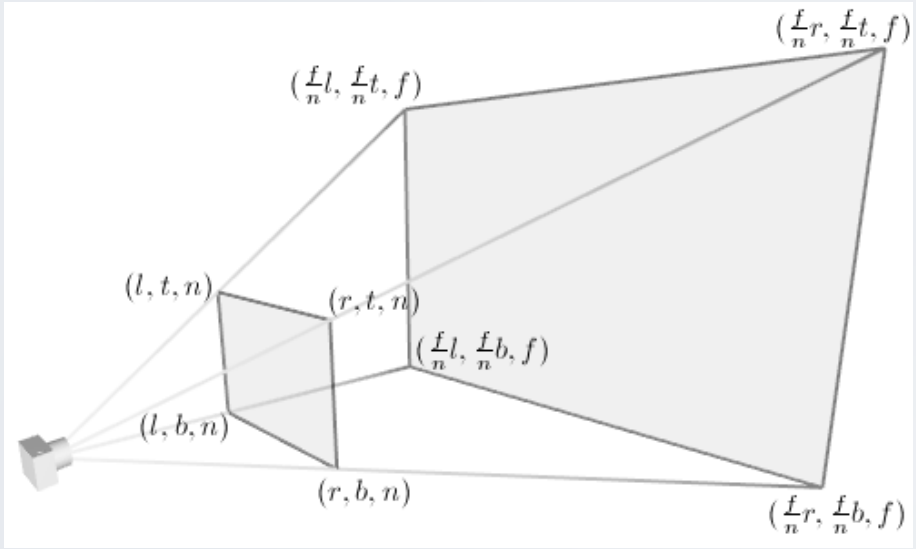
Проекции

- **Заданием параметров проекции определяется видимая область пространства**

Параллельная проекция



Перспективная проекция



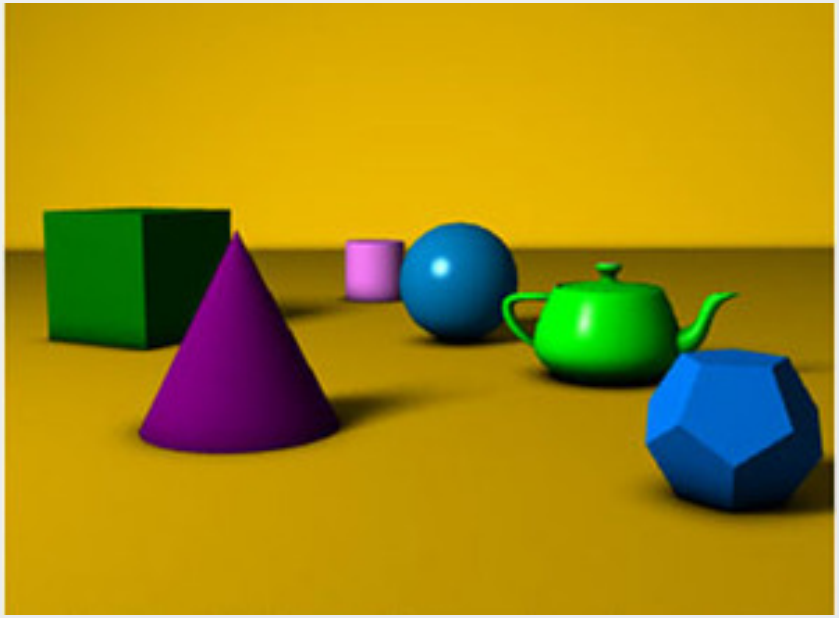
Буфер глубины

Буфер глубины (zBuffer) – это структура данных для сохранения глубины каждой точки изображения

- Чаще всего представлен двумерным массивом
- В современных системах реализуется аппаратно
- zBuffer характеризуется разрядностью своих ячеек
- Каждая новая точка отрисовывается на экране и записывается в ячейку буфера только тогда, когда уже записанное значение больше текущего (обратная ситуация носит название wBuffer)
- Если значения оказались равными (с учётом принятой погрешности) – ситуация «борьбы», необходима арбитражная стратегия
- Так как расчёт цвета точки – наиболее трудоёмкий процесс, рекомендуется, чтобы объекты были отсортированы по удалённости
- Сортировка по удалённости необходима, если объекты используют alpha-смешивание

Буфер глубины

Трёхмерная сцена



Представление в z-буфере

- Дамп z-буфера может быть использован в постобработке изображения – он предоставляет данные о фактической глубине сцены в каждой точке

Буфер цвета

Буфер цвета – это структура данных для сохранения цвета каждой точки изображения

- **Представлен двумерным массивом**
- **Фактически представляет собой визуализацию сцены (результат рендеринга)**
- **Точка сохраняется в буфере цвета только если она прошла тест видимости и только тогда, когда полностью вычислен её цвет**

Камера

Камера – это псевдообъект в трёхмерном пространстве, характеризующий положение наблюдателя

- Далеко не во всех системах камера в явном виде имеет место
- Человеку удобно работать с камерой, поэтому в системах, не предполагающих её наличия, она вводится в качестве метафоры
- В OpenGL камера отсутствует, вместо неё – унифицированный механизм матричных преобразований (MODELVIEW)
- Функция-обёртка, моделирующая камеру:

```
gluLookAt(GLdouble eyeX, GLdouble eyeY, GLdouble eyeZ,
          GLdouble centerX, GLdouble centerY, GLdouble centerZ,
          GLdouble upX, GLdouble upY, GLdouble upZ)
```

Организация интерактивности

- Наиболее естественный способ – использование событийно-ориентированных систем
- Имитацию событийной ориентированности предоставляет GULT при помощи регистрации функций обратного вызова на нажатие клавиши (glutKeyboardFunc), перемещение мыши (glutMotionFunc) и клик мыши (glutMouseFunc)
- При отсутствии событийно-ориентированных средств следует осуществлять последовательный опрос устройств ввода

Организация интерактивности

Алгоритм последовательного опроса устройств, обеспечивающий независимость от производительности

```
const int MAX_SKIP = 1, SKIP_TICKS = 25, TIME_PRECISION_FACTOR = 0;
const float TIME_FACTOR = 1000;
int controlLoops = 0, loops = 0;
int long long nextTick, startTime, endTime;
float delta = 1;
int deltaIsValid = 0;

nextTick = startTime = currentTime();

while (shouldContinue())
{
    controlLoops = 0;
    while (currentTime() > nextTick && controlLoops < MAX_SKIP)
    {
        obtainInformationFromControlDevices();

        nextTick += SKIP_TICKS;
        ++controlLoops;
    }

    changeScane(delta, deltaIsValid);
    renderScene();

    if (loops++ > TIME_PRECISION_FACTOR)
    {
        deltaIsValid = 1;
        endTime = currentTime();
        delta = (endTime - startTime) / (loops * TIME_FACTOR);
        startTime = endTime;
        loops = 0;
    }
}
```