Компьютерная графика

# Лекция 1

## Введение

Курс читает Куров Андрей Владимирович. Кабинет 502л.  
Электронная почта: [kurov@bmstu.ru](mailto:kurov@bmstu.ru). Предпочтительнее: [avkur7@mail.ru](mailto:avkur7@mail.ru).

Компьютерная графика – совокупность методов и средств преобразования информации в графическую форму и из неё с помощью ЭВМ. (определение по ГОСТ).

Методы используются математические и алгоритмические.  
Средства используются технические и программные.

Параметрическое число геометрического объекта – наименьшее количество параметров, однозначно задающих объект. *Примеры для плоскости: окружность – 3, прямая – 3, прямоугольник – 5, эллипс – 5.*

### Задача об оптимальном количестве точек

Для отображения кривой, мы отображаем множество лежащих на ней точек, и последовательно соединяем их. Малое число точек не будет корректно отображать кривую, но будет проще обрабатываться ЭВМ, ситуация с большим числом точек противоположна. В растровой графике существует задача об оптимальном количестве точек, которую мы сейчас решим.

Пусть задана окружность. Имеем центр, из которого выходят два радиуса R, угол между ними . Расстояние между двумя точками .  
, где 1 – растровая единица, т.е. размер пикселя.

Таким образом, мы имеем угол между двумя смежными точками. Если необходимо, отсюда легко получить количество точек для сектора.

## Преобразования на плоскости

Пусть дано преобразование точки: . Тогда преобразование будет линейным, если его можно представить следующим образом:

Здесь ABCDEF – коэффициенты, задающие линейное преобразование.

Однородные координаты:

В плоской среде w=1, потому

Аффинное преобразование – такое линейное преобразование, при котором плоскость не вырождается в прямую или точку. Кроме того, должно сохраняться параллельность прямых и должно существовать обратное преобразование.

Сколь угодно сложное аффинное преобразование может быть описано суперпозицией трёх преобразований.

### Перенос

Перенос – изменение местоположения изображения. Описывается двумя параметрами:

### Масштабирование

Масштабирование – изменение масштабов и пропорций изображения. Описывается 4-мя параметрами:

– центр масштабирования  
 – коэффициенты масштабирования

масштабирование однородное.

– любые действительные числа. Если они отрицательные, то происходит отражение.

### Поворот

Поворот имеет 3 параметра:  
 – точка, относительно которой выполняется поворот  
 – угол, на который происходит поворот (по умолчанию, поворот производится против часовой стрелки). Кроме того, на большинстве современных компьютерах ось Y инвертирована. Стоит это учесть.

# Лекция 2

Коммутативность операций преобразования. Тривиальные случаи:

|  |  |
| --- | --- |
| Преобразование 1 | Преобразование 2 |
| Перенос | Перенос |
| Масштаб | Масштаб |
| Поворот | Поворот |

Так же, коммутативность наблюдается для однородного масштабирования и поворота.

Аддитивные операции:

* Перенос
* Поворот

Если выполнять последовательно две такие операции, то допустимо сложить аргументы dx, dy.

Мультипликативные операции:

* Масштабирование

## Синтез, анализ и обработка изображения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Синтез | Анализ | Обработка |
| Вход | Формальное описание объекта | Визуальное представление объекта | Визуальное представление объекта |
| Выход | Визуальное представление объекта | Формальное описание объекта | Визуальное представление объекта |
| Объект | Искусственно создаваемое изображение | Изображение, созданное ЭВМ, выделенное из фотографии, слайдов | Сканируемое изображение |
| Решаемая задача | Генерация и преобразование изображения | Распознавание образов, взаимосвязи между отдельными образами | Улучшение качества изображения (подавление помех, повышение контрастности) |

## Постановка задачи синтеза сложного динамического изображения

Для построения изображения нужно:

1. Описание каждой поверхности
2. Описание оптических характеристик объекта
   1. Диффузия (kд)
   2. Отражение (kз)
   3. Цвет (c)
3. Характеристики источника света
   1. Интенсивность (I) или Цвет (IR, IG, IB)
   2. Положение источника
4. Свойства окружающей атмосферы
5. Цвет фона (cф)
6. Информация, позволяющая вычислять текущее положение каждого динамического объекта

### Этапы синтеза сложного динамического изображения

1. Разбиение трёхмерной математической модели синтезируемой визуальной обстановки
2. Определение положения наблюдателя, направления линии визирования (вектор взгляда) и положение картинной плоскости, размеры окна обзора, задание управляющих сигналов пространственного перемещения объекта
3. Формирование операторов обеспечивающих пересчёт координат объектов
4. Пересчёт координат объектов в систему координат, связанную с наблюдателем (преобразование модели)
5. Отсечение объектов визуальной обстановки в пределах пирамиды видимости
6. Вычисление двумерных перспективных проекций объектов обстановки на картинную плоскость
7. Исключение невидимых участков поверхностей объектов обстановки (при заданном положении наблюдателя), затенение и закрашивание видимых участков сцены
8. Вывод полученного изображения синтезируемой обстановки на поверхность растрового экрана

## Классификация алгоритмов по сложности

* Алгоритмы верхнего уровня. Удаление невидимых линий поверхности, построение реалистических изображений.
* Алгоритмы среднего уровня. Построение плоских изображений на основе подпрограмм, реализующих алгоритмы базового уровня.
* Алгоритмы нижнего (базового) уровня. Представление объектов на поверхности растрового экрана. В рамках курса будет рассмотрена именно эта категория.

## Растровая графика

Разложение отрезков растра – процесс определения пикселей, наилучшим образом аппроксимирующих заданный отрезок.

1. Отрезок должен выглядеть в виде отрезка прямой, то есть начинаться и заканчиваться в заданных точках
2. Яркость отрезка не должна зависеть от его длины и угла наклона, быть одинаковой на всём отрезке
3. Алгоритмы должны работать быстро

# Лекция 3

## Алгоритм цифрового дифференциального анализатора

1. Ввод
2. Если
3. Цикл построения отрезка. Границы:
   1. Высвечивание ; E – округление
   2. Конец цикла
4. Конец алгоритма

## Алгоритм Брезенхема

*–* расстояние между точкой и отрезком.

# Лекция 4

## Алгоритм Ву

1. Отрезок изображается толщиной в 2 пикселя
2. Суммарная интенсивность высвечивания двух пикселей постоянна
3. Суммарная интенсивность распределяется между двумя пикселями таким образом, что интенсивность пикселя зависит от его расстояния до точки на идеальном отрезке. Чем ближе пиксель расположен к точке идеального отрезка, тем больше его интенсивность

Лабораторная работа №3: реализация и исследование алгоритмов построения отрезков.

1. Построение одиночных отрезков
   1. Задать координаты начала и конца отрезка ,
   2. Задать цвет отрезка (возможность выбора цвета фона)
   3. Задать алгоритм отрисовки
2. Исследование визуальных характеристик для спектра отрезков (рисуем «солнышко»).
   1. Задаём радиус (или длину)
   2. Задать шаг изменения угла между соседними отрезками (или количество)
   3. Задать цвет (возможность выбора цвета фона)
3. Построение графика зависимости количества ступенек (или экспериментальная длина максимальной ступеньки) от угла наклона отрезка
4. Исследование временных характеристик алгоритмов
   1. Гистограмма

Алгоритмы: циа, брезенхема 1, 2, 3, ву

# Алгоритмы построения эллипса

## Алгоритм Брезенхема построения окружностей

, , , .