

Компьютерная графика

курс лекций

Основные понятия

Лекция № 1

Содержание:

- *Введение.*
- *Основные понятия:*
 - *визуализация изображения;*
 - *растровые изображения;*
 - *цвет.*
- *Аддитивная цветовая модель RGB.*
 - *треугольник Максвелла;*
 - *трехмерная система координат RGB;*
- *Цветовая модель CMYK;*
- *Система цветности HSV.*

Введение

Основная функция компьютера – обработка информации.

Обработка, связанная с изображением (три направления):

- ***Компьютерная графика*** – визуализация, т.е. создание изображения. Существует много методов и алгоритмов визуализации.
- ***Обработка изображений*** – это преобразование изображений. Примеры: повышение контраста, четкости, коррекция цветов.
- ***Распознавание изображения*** – получение описания изображенных объектов. Примеры: зрение роботов, распознавание текста.

Интерактивная компьютерная графика

Интерактивная компьютерная графика (ИКГ) подчеркивает способность компьютерной системы создавать графику и вести диалог с пользователем.

Первые ИКГ:

САПР (Системы автоматизированного проектирования).

Используются в машиностроении, архитектуре.

Новые ИКГ:

ГИС (Геоинформационные системы).

Ввод и редактирование объектов с учетом их расположения на поверхности Земли, Формирование моделей, баз данных.

Самая современная ИКГ:

Виртуальная реальность – визуализация реалистичных трехмерных объектов.

Используют шлем-дисплей и сенсоры на всем теле человека.

Применяется компьютерная графика в

- * компьютерных играх;
- * кинематографе;
- * сети Internet.



Существует два способа визуализации:

- * Растровая визуализация – представление изображения в виде совокупности точек.
Вместе пикселы образуют растр;
- * Векторная визуализация – формирование изображения рисованием линий (векторов);

Преобразование растр \rightarrow вектор – векторизация;
вектор \rightarrow растр – растеризация.

.

Основные понятия

*Растровое изображение,
основные характеристики*

Растр – матрица ячеек (пикселей).

Совокупность пикселей различных цветов образуют изображение.

Типы растров:

- * квадратный;
- * прямоугольный;
- * шестиугольный;

Разрешающая способность характеризует расстояние между соседними пикселями (количество пикселей на единицу длины).

Размер растра измеряется количеством пикселей по горизонтали и вертикали.

Количество цветов (глубина цвета).

Классификация изображения:

- * двухцветные (бинарные) 1 бит/пиксель;
- * полутоновые – градации серого или иного цвета (1 байт/пиксель);
- * цветные – от 2 байт/пиксель и выше.

Глубина цвета 16 бит получила название High Color,
а 24 бит – True Color.

Оценка разрешающей способности

Глаз человека способен различать объекты с угловым зрением $1'$ (минута).

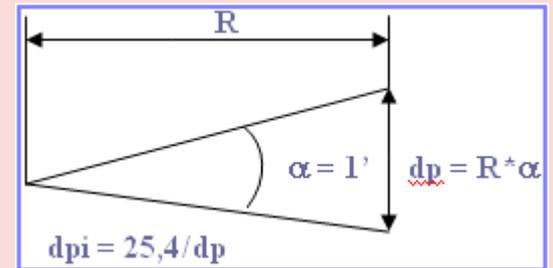


Таблица минимальной разрешающей способности.

Тип устройства	Расстояние R , м	dp , мм	dpi
Лист	300	0,09	282
Дисплей	500	0,14	181

Современные лазерные принтеры обеспечивают 300 dpi ,
мониторы $\sim 100 dpi$.

Цвет

Цвет – это один из факторов нашего восприятия светового излучения. В 1666 году Исаак Ньютон провел опыт с призмой, в результате которого выделил 7 основных цветов.

Ньютон предположил, что некоторые цвета образуются смешиванием основных цветов, взятых в определенной пропорции.



Свет – это поток частиц и волна электромагнитного излучения.

Волновая характеристика – длина волны (расстояние).

Монохроматическим называется излучение, спектр которого состоит из единственной линии.

Атрибуты цвета:

- * Цветовой тон (определяется преобладающей длиной волны).
- * Яркость (определяется интенсивностью светового излучения).
- * Насыщенность (чистота тона)..

Эти три атрибута определяют трехмерность свойств цвета.

В 1853 году Герман Грассман сформулировал основные *законы смешивания цветов*:

1. *Цвет трехмерен* – для его описания необходимы три компонента. Любые четыре цвета находятся в линейной зависимости.

Пример: $C = k_1 * C_1 + k_2 * C_2 + k_3 * C_3$,

где C_1, C_2, C_3 – некоторые базисные цвета, а коэффициенты

k_1, k_2, k_3 – указывают количество соответствующего смешиваемого цвета.

Линейная независимость цветов C_1, C_2, C_3 означает, что ни один из них не может быть выражен линейной комбинацией двух других.

2. Если в смеси трех цветов компонент одна меняется непрерывно, в то время, как две другие остаются постоянными, цвет смеси также меняется непрерывно.
3. Цвет смеси зависит только от цветов смешиваемых компонент и не зависит от их спектральных составов.

Аддитивная цветовая модель RGB

Используется для описания цветов, которые получаются с помощью устройств, основанных на принципе излучения.

В качестве основных цветов выбраны красный (Red), зеленый (Green), синий (Blue).

В настоящее время система RGB является официальным стандартом. Международная комиссия по Освещению в 1931 году стандартизовала основные цвета RGB:

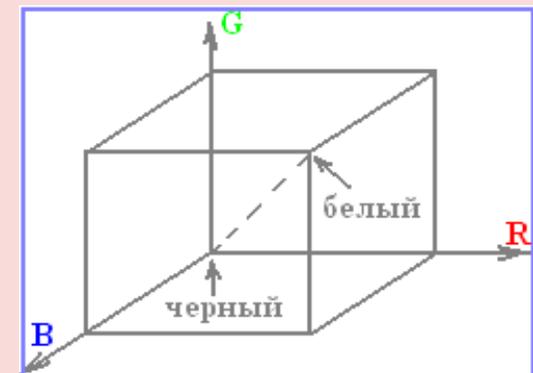
$R - 700 \text{ нм}, G - 546.1 \text{ нм}, B - 425.8 \text{ нм}.$

Для получения белого цвета необходимо смешать компоненты разной интенсивности:

$LR : LG : LB = 1 : 4.5907 : 0.0601.$

$R_i = G_i = B_i$ градации серого цвета

$Ц = r * R + g * G + b * B$



Треугольник Максвелла

Некоторое время спустя, Джеймс Максвелл (1831 - 1879) изготовил первый колориметр, с помощью которого человек мог зрительно сравнить монохроматический цвет и цвет смешивания в заданной пропорции компонент RGB.

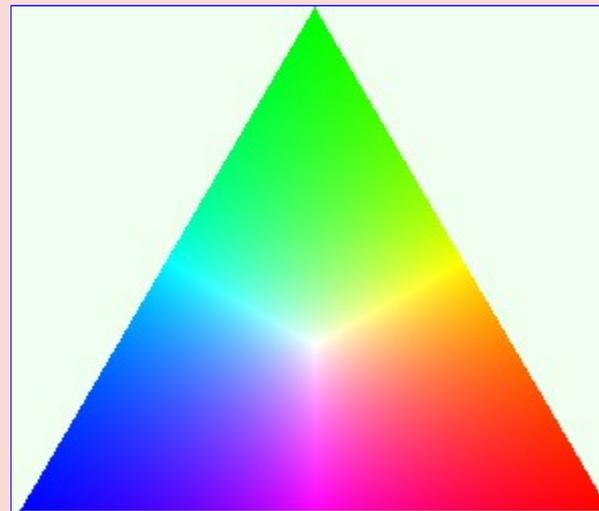
Если компоненты (r, g, b) умножить на число k , то цвет $(k*r, k*g, k*b)$ сохранится. Изменится только яркость.

Если в уравнении $Ц = r*R + g*G + b*B$ разделить коэффициенты r, g, b на их сумму:

$$r' = \frac{r}{r + g + b} \quad g' = \frac{g}{r + g + b} \quad b' = \frac{b}{r + g + b}$$

$$Ц = r'*R + g'*G + b'*B.$$

Это векторы цвета (r', g', b') , лежащие на единичной плоскости $r' + g' + b' = 1$, то есть треугольник Максвелла.

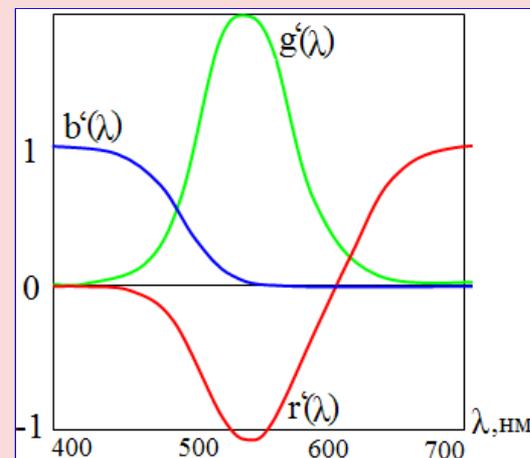


Колориметрические эксперименты

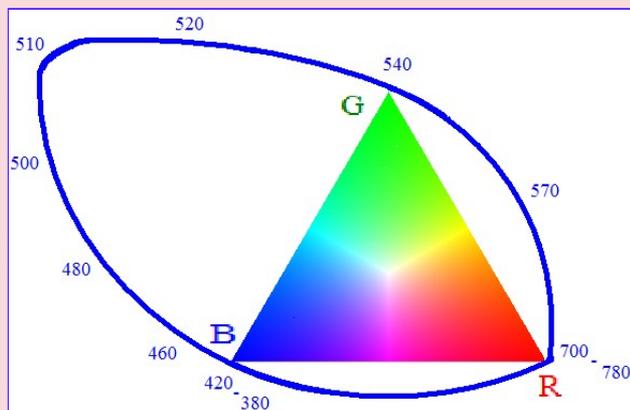
В ходе колориметрических экспериментов были определены коэффициенты (r', g', b'), соответствующие чистым монохроматическим цветам.

Видим, что компоненты могут быть как положительными, так и отрицательными, т.е. некоторые монохромные цвета не равны $\sum RGB$. Для получения отрицательных компонент необходимо добавить компоненту к монохроматическому цвету:

$$Ц(\lambda) + r'(\lambda)R = g'(\lambda)G + b'(\lambda)B$$



Трехцветные коэффициенты смешивания RGB.

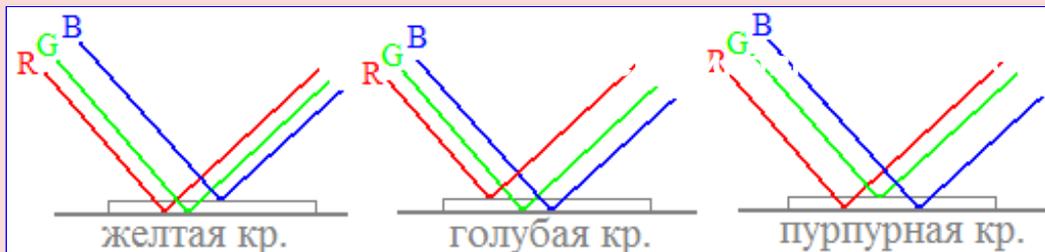
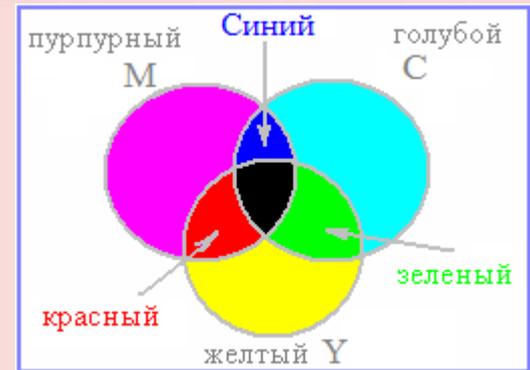


Цветовой график RGB

Цвета внутри контура являются реальными, вне контура нереальными (внутри треугольника цвета получаются смешиванием RGB, а вне не получаются). Значит RGB имеет неполный цветовой охват.

Цветовая модель CMY

Используется для описания цвета при получении изображений на устройствах, которые реализуют принцип поглощения (вычитания) цветов. В первую очередь устройство печати на бумаге. Названия цветов: голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), желтый (Yellow).



Перекодировка CMY => RGB:

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} C \\ M \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

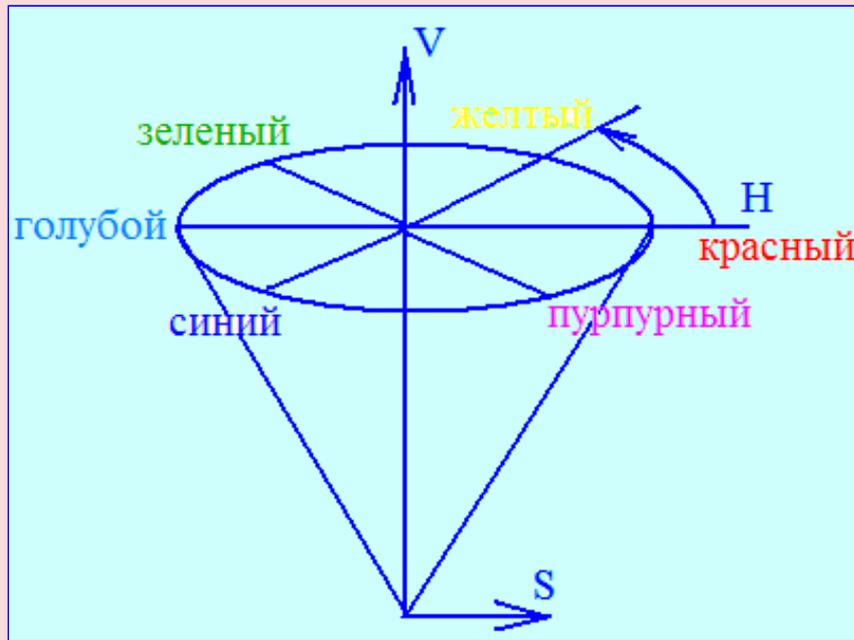
На практике добиться черного цвета смешиванием сложнее из-за не идеальности красок. Поэтому используют краску черного цвета, тогда модель называют CMYK.

Система цветности HSV

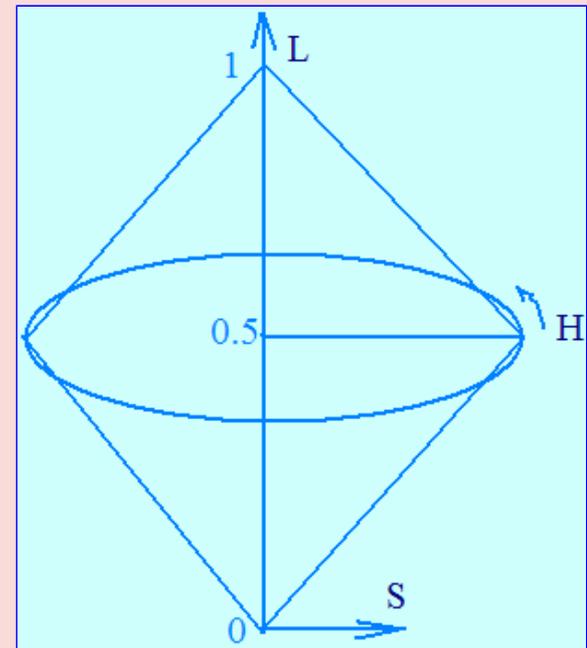
Цветовой тон (Hue)..... $H \subseteq [0^\circ, 360^\circ]$,

Насыщенность (Saturation)..... $S \subseteq [0, 1]$.

Яркость (Value)..... $V \subseteq [0, 1]$.



Система цветности HLS



Преобразование RGB в градацию серого: $Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$