



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

9.2 彩色模型

黄朝兵 主讲

9.2 彩色模型 (Color Models)

彩色模型（也称彩色空间或彩色系统）：简化彩色规范

- 坐标系-子空间：每种颜色用坐标系的单个点表示
- 彩色模型有很多：在实际项目开发应用较多的有RGB、CMY (CMYK)、HSI、YUV、YCbCr、Lab等。

本节讨论几种图像处理应用的主要模型：

- RGB
- HSI

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

RGB模型

- 常用的一种彩色信息表达方式
- 用红、绿、蓝三原色的亮度来定量表示颜色

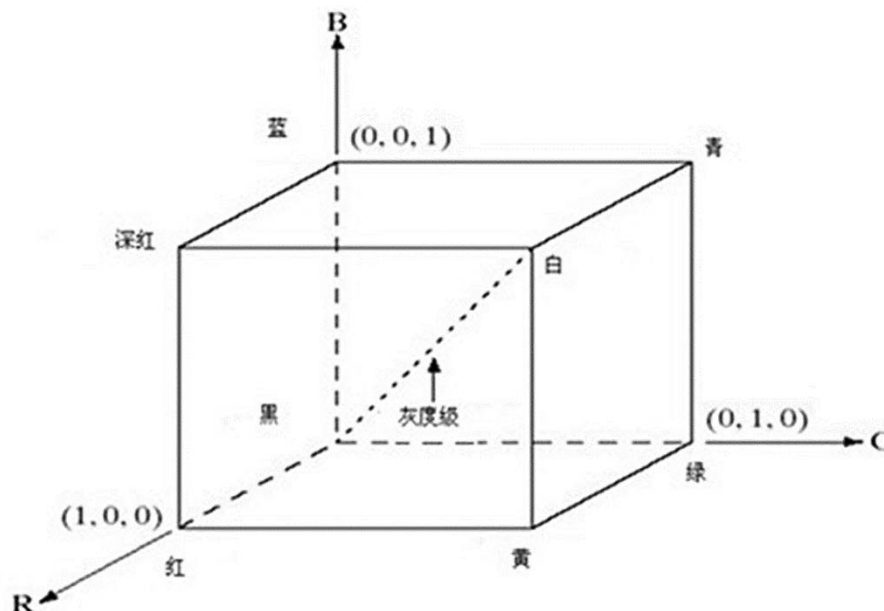
该模型也称为**加色混色模型**

- 以RGB三色光相互叠加来实现混色的方法
- 适合于显示器等发光体的显示

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

RGB坐标系

- R , G , B位于三个角上
- 二次色深红(Magenta)、青(Cyan)、黄(Yellow)位于另外3个角上
- 黑色在 origin 处 , 白色位于离 origin 最远的角上 (点 $(1, 1, 1)$)
- 不同的颜色处在立方体上或其内部 , 并可由从 origin 分布的向量来定义。
- 归一化 , 所有 R , G , B 的值都在 $[0, 1]$ 范围内取值。



9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

RGB图像大小

- 每一幅红、绿、蓝图像都是一幅8bit图像
- 每一个RGB彩色像素有24bit深度
- 24bit的彩色图像也称**全（真）彩色图像**
- 全彩色图像颜色总数是 $2^{24}=16777216$ 。

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

RGB图像表示

- 一幅 $m*n$ 的RGB彩色图像用一个 $m*n*3$ 的矩阵来描述
- 在Matlab中，不同的图像类型，其图像矩阵的取值范围也不一样
- double类型，则每个分量取值范围在 $[0, 1]$ 之间
- uint8类型，则取值范围是 $[0, 255]$
- uint16类型，则取值范围是 $[0, 65535]$

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

RGB图像生成

- 在Matlab中要生成一幅RGB彩色图像可以采用**cat函数**来得到。

- 其基本语法如下：

$B = \text{cat}(\text{dim}, A1, A2, A3, \dots)$

其中，dim为维数，cat函数将A1，A2，A3等矩阵连接成维数为dim的矩阵。

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

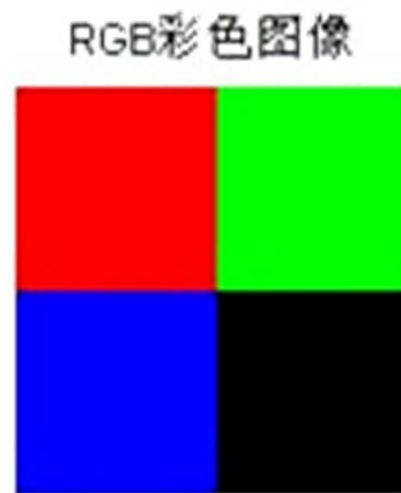
- 对彩色图像生成而言，可以取 $\text{dim}=3$ ，然后将三个分别代表RGB分量的矩阵连接在一起：
- `I=cat(3, rgb_R, rgb_G, rgb_B)`
- 在这里，`rgb_R`，`rgb_G`，`rgb_B`分别为生成的RGB图像I的三个分量的值，可以使用下列语句：
- `rgb_R=I(:, :, 1);`
- `rgb_G=I(:, :, 2);`
- `rgb_B=I(:, :, 3);`

9.2.1 RGB模型 (RGB Color Model)

- 例：生成一幅128*128的RGB图像，该图像左上角为红色，左下角为蓝色，右上角为绿色，右下角为黑色。

```
clear
rgb_R=zeros(128,128);
rgb_R(1:64,1:64)=1;
rgb_G=zeros(128,128);
rgb_G(1:64,65:128)=1;
rgb_B=zeros(128,128);
rgb_B(65:128,1:64)=1;
rgb=cat(3,rgb_R,rgb_G,rgb_B);
figure, imshow(rgb), title('RGB彩色图像');
```

结果：

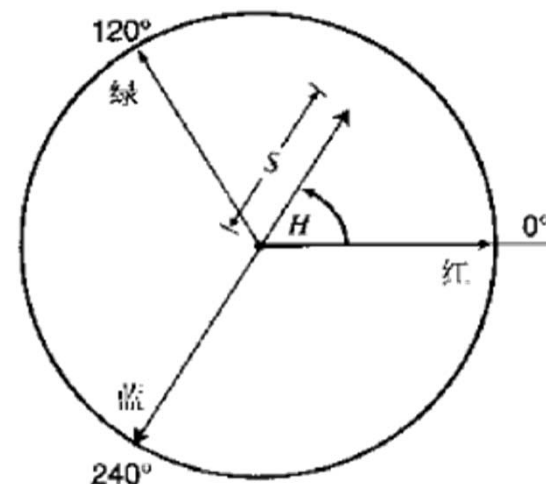


9.2.2 HSI模型 (HSI Color Model)

- HSI(Hue-Saturation-Intensity , HSI)模型用H、S、I三参数描述颜色特性。
- H定义颜色的波长，称为**色调**；
- S表示颜色的深浅程度，称为**饱和度**；
- I表示**强度或亮度**。
- HSI模型在图像处理和识别中广泛采用
- 主要基于两个重要的事实：
 - 其一 I分量与图像的彩色信息无关；
 - 其二 H和S分量与人感受颜色的方式紧密相连。

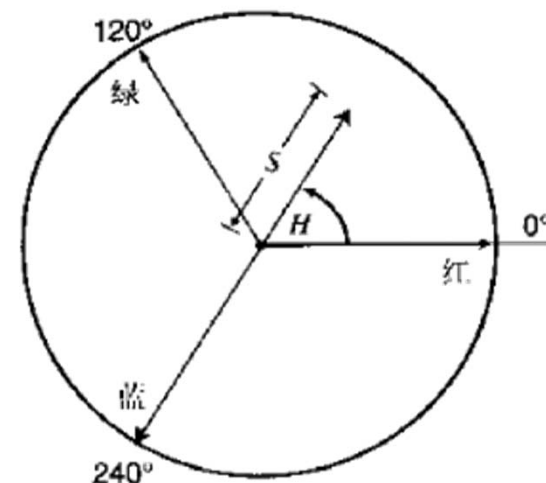
9.2.2 HSI模型 (HSI Color Model)

- 彩色信息：色调(H)、饱和度(S)。
- **色调H**由角度表示，彩色的色调反映了该彩色最接近什么样的光谱波长
- 不失一般性，可以假定0度的彩色为红色，120度的为绿色，240度的为蓝色。色度从0度~360度覆盖了所有可见光谱的彩色。



9.2.2 HSI模型 (HSI Color Model)

- **饱和度S**表示颜色的深浅程度，饱和度越高，颜色越深，如深红，深绿等。饱和度参数是色环的圆心（圆心）到彩色点的半径的长度。
- 如图所示，在环的外围圆周是纯的或称饱和的颜色，其饱和度值为1。在中心是中性（灰色），即饱和度为0。



9.2.2 HSI模型 (HSI Color Model)

亮度I大小由物体反射系数来决定。反射系数越大，物体的亮度越大，反之越小。

如果把亮度作为色环的垂线，那么**H**、**S**、**I**构成一个柱形彩色空间。

HSI模型的三个属性定义了一个三维柱形空间，如图9.10所示：

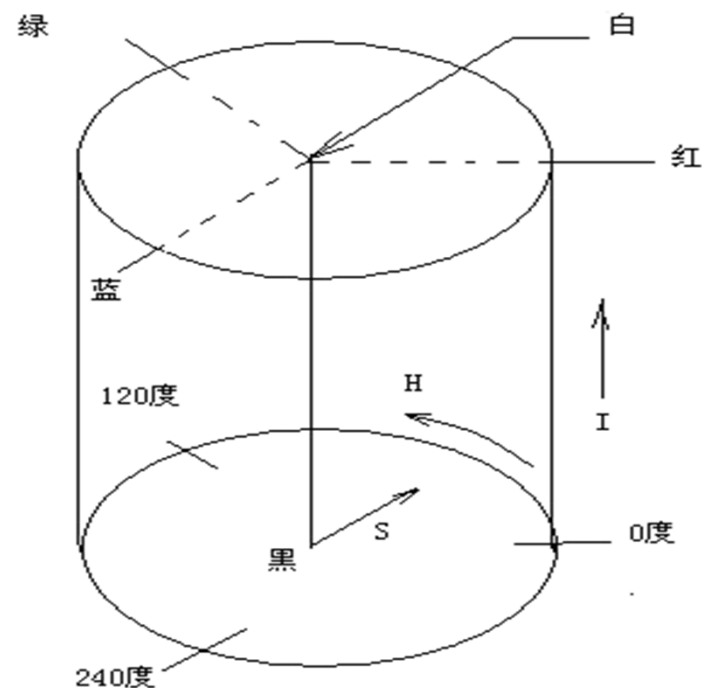


图9.10 柱形彩色空间

RGB转换到HSI

从RGB到HSI的变换是一个非线性变换。
对任何三个在[0, 1]范围内的R, G, B值,

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)}[\min(R, G, B)]$$

$$H = \begin{cases} \theta & G \geq B \\ 2\pi - \theta & G < B \end{cases}$$

其中：

$$\theta = \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

HSI转换到RGB

若设 H , S , I 的值在 $[0, 1]$ 之间 , R , G , B 的值也在 $[0, 1]$ 之间 , 则从HSI到RGB的转换公式为 :

(1)当 H 在 $[0, 2\pi/3]$ 之间

$$B=I(1-S)$$

$$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(\frac{\pi}{3} - H)} \right]$$

$$G=3I-(B+R)$$

(2)当 H 在 $[2\pi/3, 4\pi/3]$ 之间

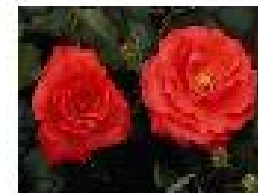
(3)当 H 在 $[4\pi/3, 2\pi]$ 之间

颜色模型转换编程示例

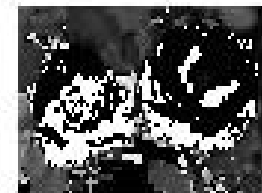
【例9.2】将一幅彩色图像从RGB空间转换到HSI空间。
其主要MATLAB程序如下：

```
rgb=imread('i_flower673.jpg');
rgb1=im2double(rgb);
r=rgb1(:,:,1);
g=rgb1(:,:,2);
b=rgb1(:,:,3);
I=(r+g+b)/3;
tmp1=min(min(r,g),b);
tmp2=r+g+b;
tmp2(tmp2==0)=eps; %避免除数为0
S=1-3.*tmp1./tmp2;
```

```
tmp1=0.5*((r-g)+(r-b));
tmp2=sqrt((r-g).^2+(r-b).*(g-b));
theta=acos(tmp1./(tmp2+eps));
H=theta;
H(b>g)=2*pi-H(b>g);
H=H/(2*pi);
H(S==0)=0;
hsi=cat(3,H,S,I);
figure,imshow(rgb);
figure,imshow(H);
figure,imshow(S);
figure,imshow(I);
```



(a) RGB原图像



(b) H分量



(c) S分量



(d) I分量

图9.11 RGB原图像到HSI空间的转换



谢谢

THANK YOU