

# 数字图像处理实验

彩色图像变换

# 实验目标

- 掌握彩色图像处理的基础知识，了解彩色模型以及模型之间相互变换等基本概念
- 利用MATLAB软件对彩色图像进行处理，实现对基于不同彩色模型的图像之间进行变换等基本操作
- 比较算法对基于不同彩色模型的图像处理结果，并尝试设计一种图像增强的方案

# 彩色图像的基石

**人眼的吸收特性：**人类感受颜色的存在主要得益于人眼中的锥状细胞，它是负责彩色视觉的传感器。锥状细胞主要分为三种，分别对红色、绿色和蓝色三种色光最敏感，也被称为红感细胞、绿感细胞和蓝感细胞。

**三原色原理：**自然界中任意可见颜色都可以用三种基本颜色按照不同比例混合得到，其中基于RGB彩色模型的表示如下

$$C = a \times R + b \times G + c \times B$$

a、b、c 为三种基本颜色的比例，R、G、B则对应着红、绿、蓝三原色。

# 彩色图像与灰度图像

**灰度图像：**灰度用于描述灰度图像中像素的颜色深度，它将黑色和白色之间划分为多个等级，在计算机中范围一般为0~255，255表示白色，0表示黑色，仅保留一个通道来对图像进行描述。

**彩色图像转化为灰度图像：**灰度图像丢失了图像的色彩信息，在变换过程中需要将三个通道的数据压缩为一个通道，基于RGB模型的变换如下

$$C=0.299\times R+0.587\times G+0.114\times B$$

R、G、B分别对应着红、绿、蓝三原色。

# 彩色模型

彩色模型也被称为彩色空间或是彩色系统，它用一组数据来描述计算机中颜色的表示，主要用途是在某些标准下以可接受的方式简化彩色规范。

**常用：** RGB模型、CMY模型、CMYK模型、HSI模型、HSV模型、YUV模型

**RGB模型：**最常用的彩色模型，优点是适合显示器等发光体的显示；缺点是不够直观，无法由数值感知到其所代表的具体颜色



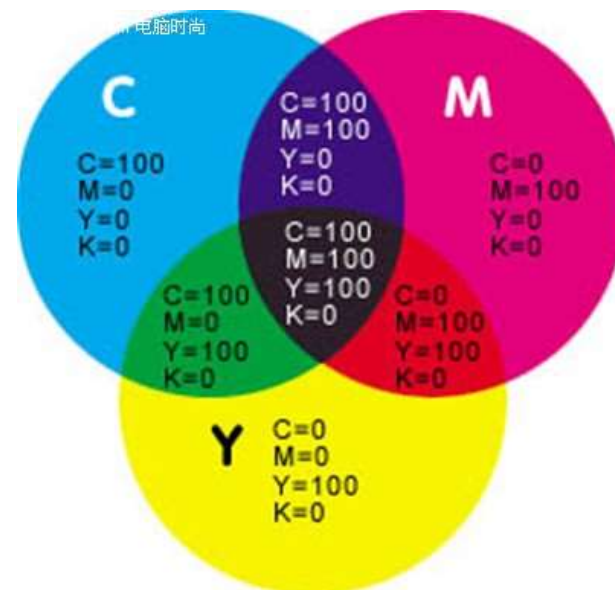
RGB模型

# 彩色模型

**CMY模型：**也被称为减色法混色模型，采用青色、品红和黄色三种基本原色按照一定的比例来合成颜色。

**CMYK模型：**由于CMY模型在实际使用中，青色、品红和黄色等比例混合后的黑色并不纯，为此专门加入了黑色，得到CMYK模型。

**CMY和CMYK模型主要用于彩色打印，在图像处理领域很少用到。**



CMYK模型

# 彩色模型

**HSI模型：**HSI模型是面向人类视觉感知的彩色模型。它使用颜色三要素色调（Hue）、饱和度（Saturation）和亮度（Intensity）来描述颜色。

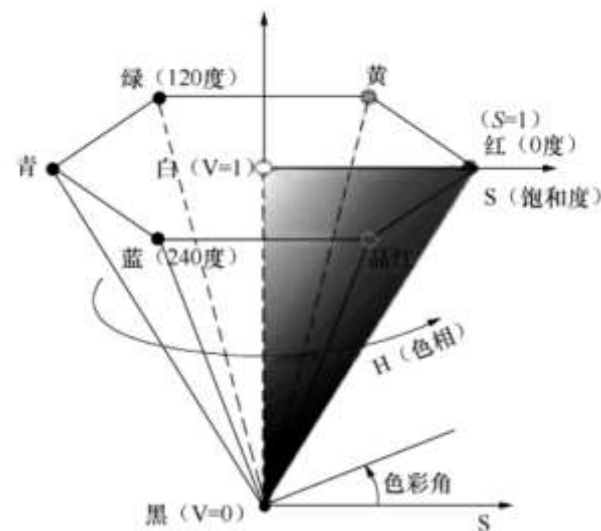
- **色调：**由物体反射光线中占优势的波长决定，反映颜色的本质。
- **饱和度：**表示颜色的纯度，纯光谱色是完全饱和的，加入白光会稀释饱和度。饱和度越大，颜色看起来就会越鲜艳，反之亦然。
- **亮度：**对应成像亮度和图像灰度，是颜色的明亮程度。

HSI色彩空间具有亮度和色度具有可分离特性，使得图像处理领域中大量针对灰度图像进行处理的算法也可以方便使用。

# 彩色模型

**HSV模型：**与HSI模型非常相似，区别主要在于两者对亮度的计算。具体的差异可以通过HSI、HSV与RGB空间的转换公式来进行比较。

**YUV模型：**又被称为亮度-色度模型。它利用人类视觉对亮度的敏感度比对色度的敏感度高的特点，将亮度与色度相分离，被彩色电视系统广泛采用。



YUV模型



# 彩色变换

不同的彩色模型都能够表示同一种颜色，由于颜色是客观存在的，因此模型之间可以相互转换。本次实验着重分析RGB模型与HSI模型间的转换。

RGB模型转为HSI模型：

$$H = \begin{cases} \arccos\left(\frac{(R - G) + (R - B)}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}}\right)/2\pi, & B \leq G \\ 1 - \arccos\left(\frac{(R - G) + (R - B)}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}}\right)/2\pi, & B > G \end{cases}$$

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

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

其中R、G、B分量被  
归一化为[0, 1]表示

# HSI模型变换为RGB模型

$H \in [0, 1/3)$ 时

$$R = I \times \left[ 1 + \frac{S \times \cos(2\pi H)}{\cos(\frac{\pi}{3} - 2\pi H)} \right]$$

$$B = I \times (1 - S) \quad G = 3 \times I - (B + R)$$

$H \in [1/3, 2/3)$ 时

$$G = I \times \left[ 1 + \frac{S \times \cos(2\pi H - \frac{2}{3}\pi)}{\cos(\pi - 2\pi H)} \right]$$

$$R = I \times (1 - S) \quad B = 3 \times I - (G + R)$$

$H \in [2/3, 1]$ 时

$$B = I \times \left[ 1 + \frac{S \times \cos(2\pi H - \frac{4}{3}\pi)}{\cos(\frac{5\pi}{3} - 2\pi H)} \right]$$

$$G = I \times (1 - S) \quad R = 3 \times I - (B + G)$$

# 彩色变换

RGB模型转换为YUV模型:

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

$$U = -0.147 \times R - 0.289 \times G + 0.436 \times B$$

$$V = 0.615 \times R - 0.515 \times G - 0.100 \times B$$

YUV模型转换为RGB模型:

$$R = Y + 1.14 \times V$$

$$G = Y - 0.39 \times U - 0.58 \times V$$

$$B = Y + 2.03 \times U$$

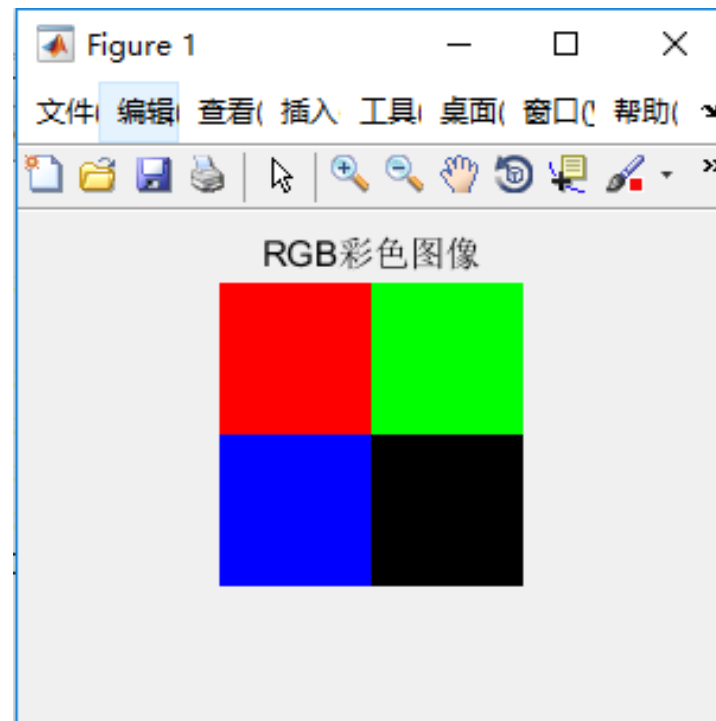
# 练习作业

1. 依据转换公式自行编写程序实现RGB模型与HSI模型之间的变换，将变换和反变换得到的图像进行可视化表示，并比较反变换后的图像与原图差异；
2. 依据转换公式编写程序实现RGB模型与YUV模型之间的变换，将变换和反变换得到的图像进行可视化表示，并与MATLAB自带的变换函数进行比较；
3. 使用MATLAB自带的RGB与HSV模型之间的转换函数对图像进行变换，并比较HSV模型和自行编写的HSI模型之间的差异；
4. 设计一种图像增强算法来增强图像的表达。常见方案有将图像转换为HIS模型并针对亮度通道进行增强等。

# MATLAB程序样例

**样例：**利用MATLAB生成一幅分辨率为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');
```



# 验收方式

1. 课堂验收
2. 实验结果截图+源码分类打包压缩，压缩包名称为学号+姓名，发送到邮箱 `m201972000@hust.edu.cn`