



第四章 彩色图像增强

对彩色的视觉感知是人类视觉系统的固有能力。彩色图像是一种矢量图像。信息多，为有效地表达和处理，需建立相应的彩色表达模型，并把握各种模型的特点。

彩色图像增强技术可分成两大类：

- 将灰度图像变换/转化为彩色图像，以提高人们对图像内容的观察效率。
叫伪彩色增强技术。

第四章 彩色图像增强

彩色图像增强技术可分成两大类：

- 直接对彩色图像进行增强，同时考虑彩色矢量的所有分量，但可对不同分量区别对待。

与此相关的图像增强技术属于真彩色增强技术。



第四章 彩色图像增强

4.1 三基色与色度图

介绍彩色视觉感知的基础三基色以及表达各种颜色的舌形色度图。

4.2 彩色模型及转换

典型的描述彩色信息的模型及其内在联系。

4.3 伪彩色增强

讨论利用彩色表达对灰度图像进行增强的伪彩色增强技术。

4.4 真彩色增强

包括对彩色分量的分别增强和联合增强。



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图

人感受到的景物颜色主要取决于景观反射光的特性。

——如果景物比较均衡地反射各种光谱，则人看起来景物是白的；如果景物对某些光谱反射的较多，则人看起来景物就呈现与这些光谱相对应的颜色。



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图

人类视网膜中存在3种基本的颜色感知锥细胞，人对颜色的感知是3种细胞共同工作的结果。这样，所有颜色都可看做是3个基本颜色，即三基色或三原色（three primary colors）——红、绿、蓝的不同组合。

为了建立颜色的标准，国际照度委员会（CIE）早在1931年就规定3种基本色。



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图

三基色： $R(700\text{nm}), G(546.1\text{nm}), B(435.8\text{nm})$

它是一种色光表色模式，广泛用于我们的生活中，如电视机、计算机显示屏、幻灯片等都是利用光来呈色。

计算机定义颜色时**R、G、B**三种成分的取值范围是0-255，0表示没有刺激量，255表示刺激量达最大值。**R、G、B均为255时就合成了白光**，**R、G、B均为0时就形成了黑色**，当两色分别叠加时将得到不同的“**C、M、Y**”颜色。



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图

三基色原理： R(700nm),G(546.1nm),B(435.8nm)

色彩学的最基本原理：【三种基色是相互独立的，任何一种基色都不能有其它两种颜色合成。RGB这三种颜色合成的颜色范围最为广泛。】

当把RGB三色光混合时，通过**改变**三者各自的**强度比例**可得到白色以及各种彩色，可写为：

$$\mathbf{C} = Rr + gG + bB$$

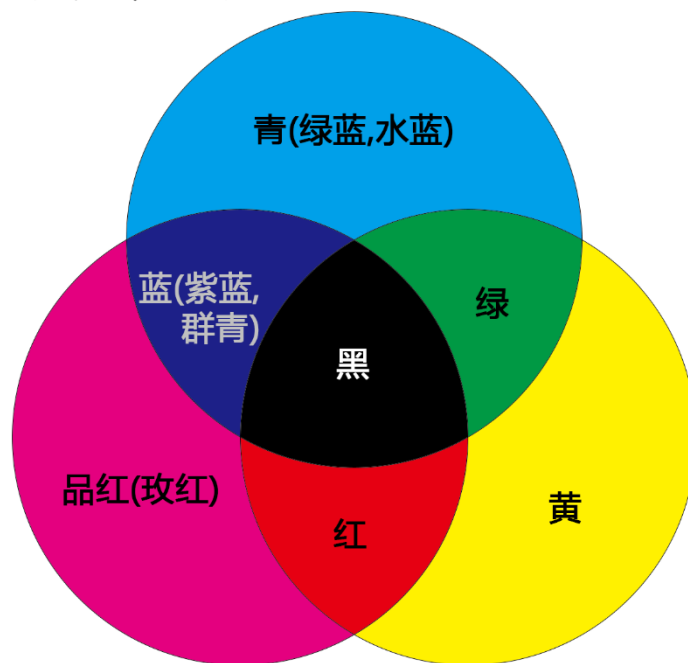
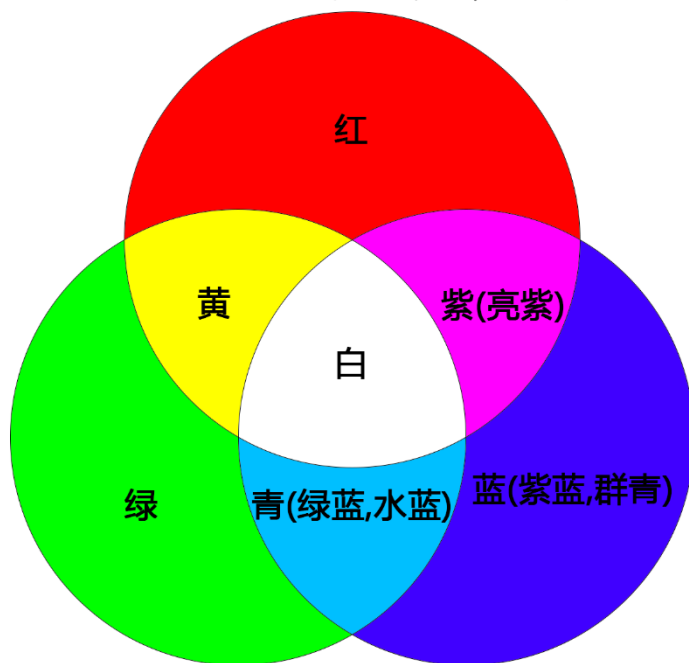
r/g/b代表比例系数，且有 $r+g+b=1$ 。



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图

加法三原色和减法三原色



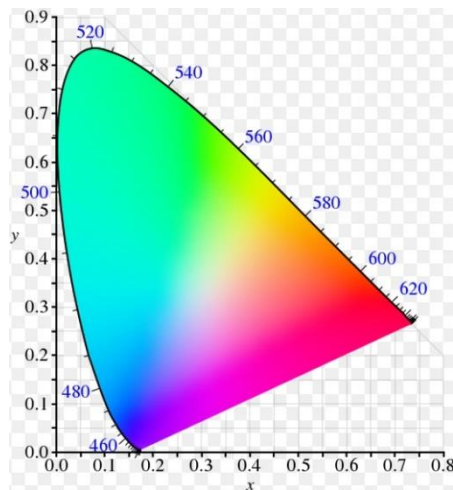
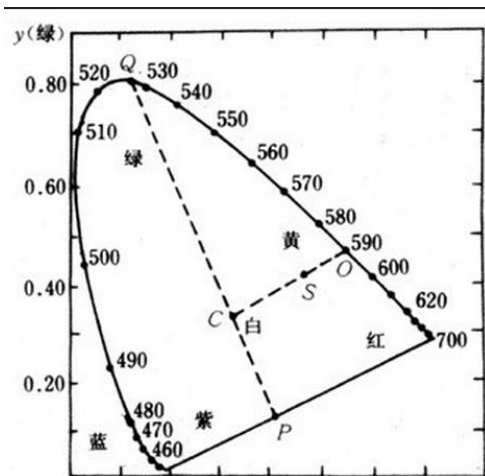
注:1.三原色中的蓝(B)并不是最正的蓝,而是偏向紫色一端的紫蓝色,或者按牛顿的说法,称为靛色

2.亮紫色(#FF00FF)为标准紫色(#800080)明度提升的结果,有人称之为"品红",但它并非真正意义上的品红(印刷业中的品红色相为327°,是一种玫红色,和亮紫明显不同),实际上是一种误称



第四章 彩色图像增强

第一节 三基色与色度图



色度图
(CIE in 1931)

横轴对应红色的色系数；纵轴——绿色；蓝色的系数由 $r+g+b=1$ 求得。它在与纸面垂直的方向上。

- CIE图中每点都对应一种可见的颜色。
- 轮廓上的点代表纯颜色，移向中心表示混合的白光增加而纯度较少了。C点各种光谱能量相等，由三基色各1/3组合产生白色，此处纯度为0。
- 过C点直线端点的两彩色为互补色(色差!!! PPT)
- 轮廓上的各点具有不同的色调。
- 连接任两端点的直线上的各点表示将这两端点所代表的彩色相加可组成的一种新彩色。



彩色模型的定义：

又称为彩色空间。是描述用一组数值来描述颜色的数学模型。

在彩色图像处理中，选择合适的彩色模型很重要。

从应用的角度来看，彩色模型可分为两类：

- 面向硬设备的彩色模型
- 面向视觉感知的彩色模型



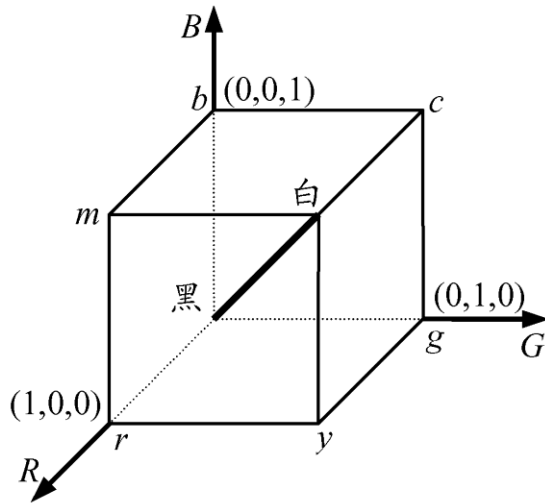
第四章 彩色图像增强

第二节 彩色模型及转换

面向硬设备的彩色模型之RGB模型

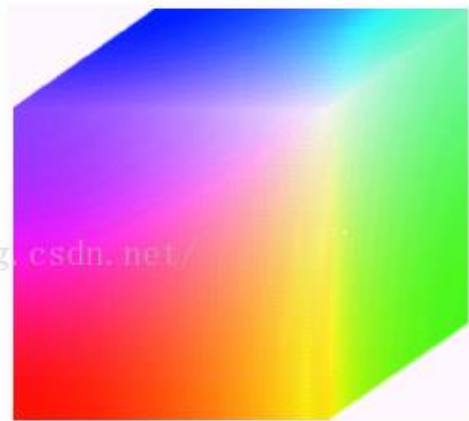
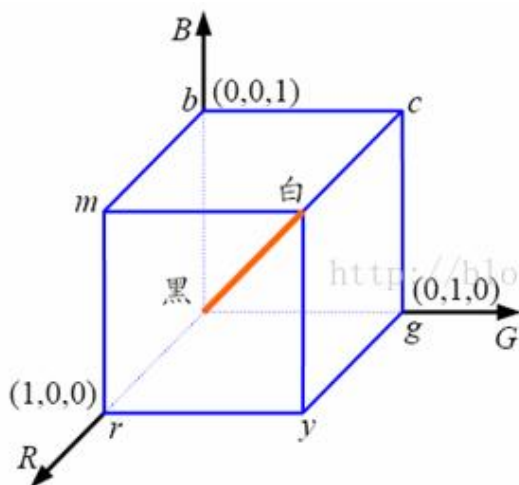
基于物理的模型，非常适合在图像输出显示等场合使用。电视、摄像机和彩色扫描仪都是根据RGB模型工作的。RGB颜色模型建立在笛卡尔坐标系里，

空间是个正方体
原点对应黑色
离原点最远的顶点对应白色
归一化为单位立方体





面向硬设备的彩色模型之RGB模型



主要缺点：不直观，从R、G、B的值中很难知道该值所代表颜色的认知属性，因此RGB颜色空间不符合人对颜色的感知心理。另外，RGB颜色空间是最不均匀的颜色空间之一，两种颜色之间的知觉差异不能采用该颜色空间中两个颜色点之间的距离来表示。



面向硬设备的彩色模型

CMY模型：主要用于彩色打印,图像处理中极其少用
利用三基色光叠加可产生光的三补色：**蓝绿**（ C ，即绿加蓝），**品红**（ M ，即红加蓝），**黄**（ Y ，即红加绿）

颜料中的基色是指吸收一种光基色并反射其他两种光基色的颜色，所以颜料的三基色正好是光的三补色，而颜料的三补色正好是光的三基色。

一种简单而近似的从CMY到RGB的转换为：

$$R = 1 - C \quad G = 1 - M \quad B = 1 - Y$$

面向硬设备的彩色模型

归一化彩色模型

用RGB的不同组合来表达彩色。

$$l_1(R, G, B) = \frac{(R - G)^2}{(R - G)^2 + (R - B)^2 + (G - B)^2}$$
$$l_2(R, G, B) = \frac{(R - B)^2}{(R - G)^2 + (R - B)^2 + (G - B)^2}$$
$$l_3(R, G, B) = \frac{(G - B)^2}{(R - G)^2 + (R - B)^2 + (G - B)^2}$$



面向视觉感知的彩色模型——定量表现颜色

HSI模型

H(Hue)表示色调，S(saturation)表示饱和度，I表示密度(density)

色调与混合光谱中主要光波长相联系

饱和度与一定色调的纯度有关

亮度与密度相对应，并与物体的反射率成正比，如果无彩色时就只有亮度一个维量的变化。



面向视觉感知的彩色模型——定量表现颜色

- 色调H(Hue):与光波的波长有关,表示人的感官对不同颜色的感受,如红色、绿色、蓝色等,也可表示一定范围的颜色,如暖色、冷色等。
- 饱和度S(Saturation):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。三角形中心的饱和度最小,越靠外饱和度越大。
- 亮度I(Intensity):对应成像亮度和图像灰度,是颜色的明亮程度。模型中间截面向上变白(亮);向下变黑(暗)



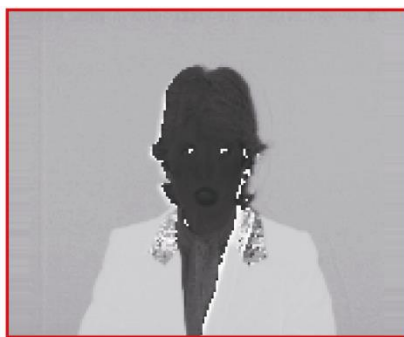
第四章 彩色图像增强

第二节 彩色模型及转换

模型建立的两个重要的事实:

第一, 在HSI模型中, 亮度分量与色度分量是分开的, **I 分量**与图像的彩色信息无关。

第二, 在HSI模型中, 色调H和饱和度S的概念互相独立, 并与人的感知紧密相连。



H



S



I

面向视觉感知的彩色模型

HSI模型和RGB模型的转换

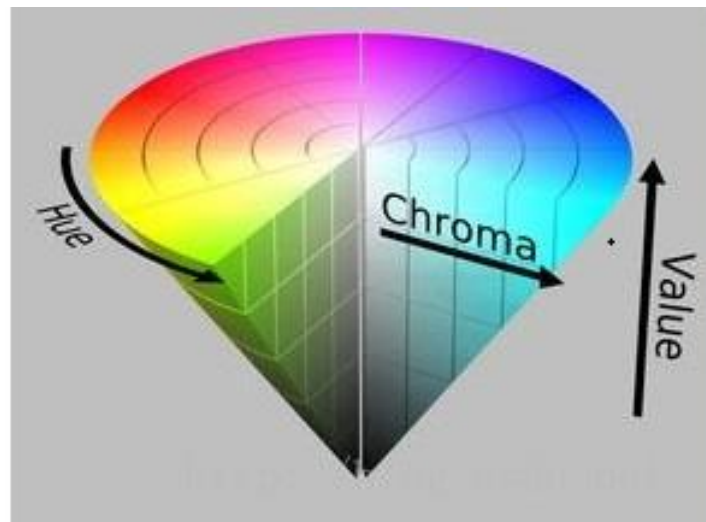
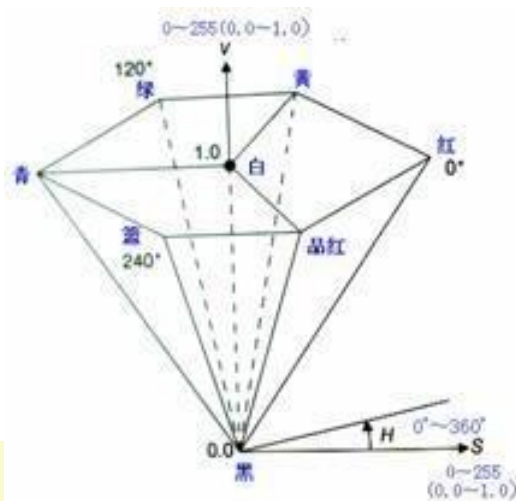
$$H = \begin{cases} \arccos \left\{ \frac{(R-G)+(R-B)}{2\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} & B < G \\ 2\pi - \arccos \left\{ \frac{(R-G)+(R-B)}{2\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} & B > G \end{cases}$$
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \min(R, G, B)$$
$$I = (R+B+G)/3$$

面向视觉感知的彩色模型

HSV模型

H代表色调，S代表饱和度，V代表（亮度）值

HSV模型的坐标系统也是圆柱坐标系统，但一般用六棱锥来表示。





第四章 彩色图像增强

第二节 伪彩色增强

人的眼睛只能分辨几十种不同深浅的灰度级，不过却能分辨几千种不同的颜色

对原来灰度图像中不同灰度值的区域赋予不同的彩色以更明显地区分它们，是一种常用的彩色增强方法。因为这里原图是无彩色的，所以人工赋予的彩色常称为伪彩色。这个赋色过程实际是一种**着色过程**。

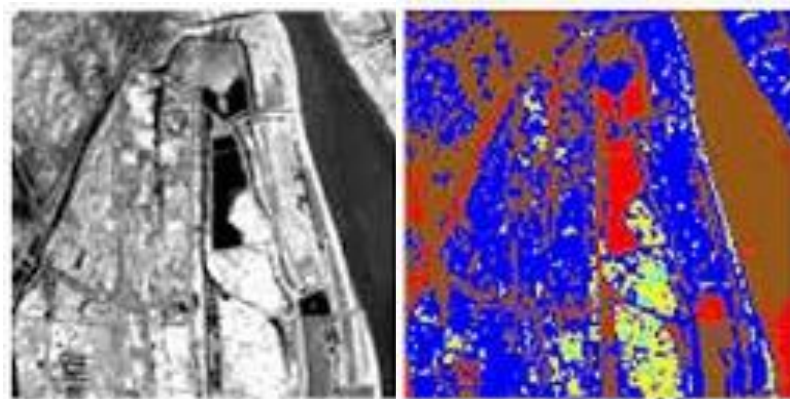
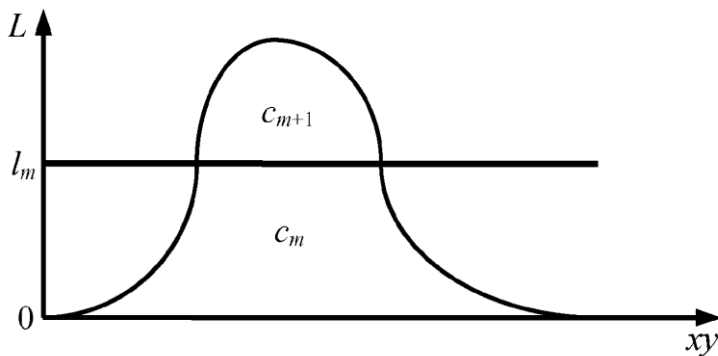
从图像处理的角度看，输入是灰度图像，输出是彩色图像。

讨论三种根据图像灰度的特点而赋予伪彩色的伪彩色增强方法。



亮度切割

用一个平行于图像坐标平面 XY 的平面去切割图像亮度函数。对每一个输入灰度值，如果它在切割灰度值 l_m 之上就赋予某一种颜色，如果它在 l_m 之下就赋予另一种颜色。



亮度切割

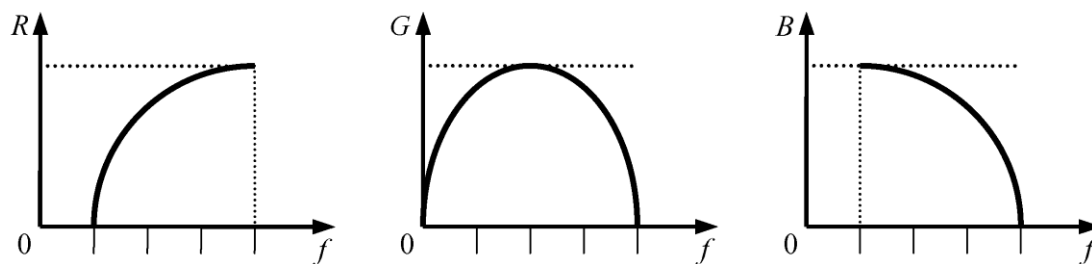




从灰度到彩色的变换

对每个原始图中像素的灰度值用三个独立变换来处理，从而将不同的灰度映射为不同的彩色。

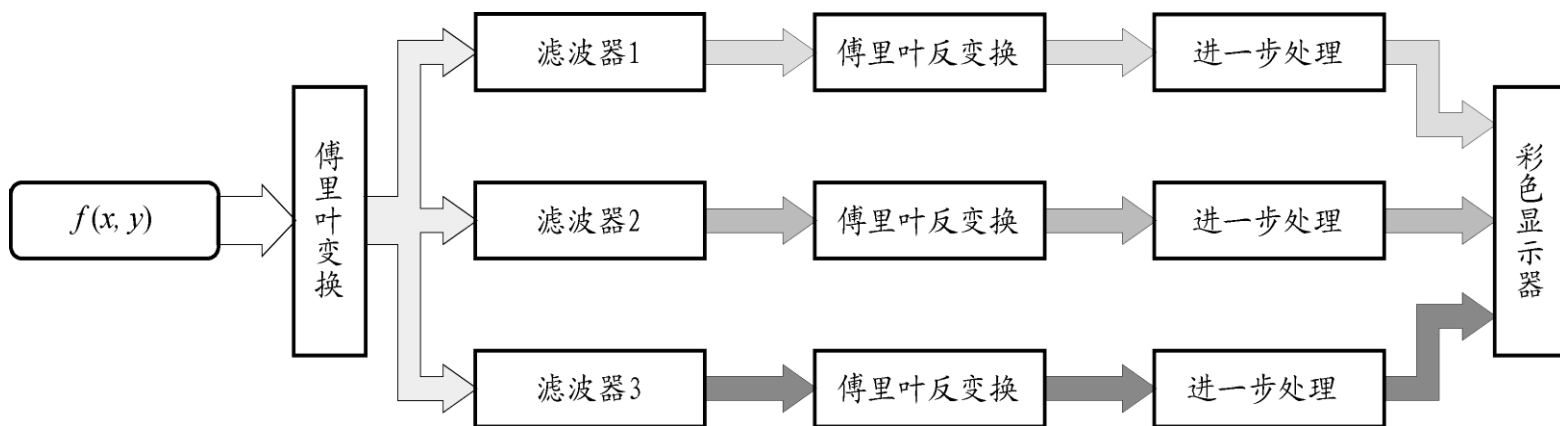
变换后原始图中灰度值偏小的像素将主要呈现绿色，而灰度值偏大的像素主要呈现红色。



横轴代表原始灰度值，纵轴分别代表变换后的彩色值。变换后原始图中灰度偏小的像素将主要呈现绿色，而灰度值偏大的像素主要呈现红色。

频域滤波

基本思想：根据图像中各区域的不同频率含量给区域赋予不同的颜色。



输入图像里的傅里叶变换通过3个不同的滤波器（可使用低通、带通（或带阻）和高通滤波器）被分成不同的频率分量。



一.处理策略

一是将一幅彩色图像看作三幅分量图像的组合体，在处理过程中先对每幅图像（按照对灰度图像处理的方法）单独处理，再将处理结果合成为彩色图像。

二是将一幅彩色图像中的每个像素看作具有三个属性值，即像素属性现在为一个矢量，需利用对矢量的表达方法进行处理。



一.处理策略

一种简便常用的增强方法基本步骤：

1. 将RGB分量图转化为HSI分量图；
2. 利用对灰度图增强的方法增强其中的一个分量图；
3. 再将一个增强了的分量图和两个原来的分量图一起转换为用RGB分量图来显示。

讨论对亮度、饱和度和色调的增强方法。

二.彩色单分量增强

1. 亮度增强

在上述增强的第2个步骤选用了亮度分量图





二.彩色单分量增强

2. 饱和度增强

与图像的亮度增强有相似之处。





二.彩色单分量增强

3. 色调增强

若改变了图像的色调值，得到的结果常可看作是用假彩色表达的彩色图像。对每个像素的色调值加一个常数（角度值），将会使每个目标的颜色在色谱上移动。



三.全彩色增强

计算彩色空间的聚类中心坐标

$$\begin{aligned}m_R &= \frac{1}{\#W} \sum_{(x,y) \in W} R_W(x,y) \\m_G &= \frac{1}{\#W} \sum_{(x,y) \in W} G_W(x,y) \\m_B &= \frac{1}{\#W} \sum_{(x,y) \in W} B_W(x,y)\end{aligned}$$

确定各个彩色分量的分布宽度

确定与区域W对应的聚类的范围

三.全彩色增强

1. 彩色切割增强
2. 彩色滤波增强

为保证不偏色，需要对各个分量同时处理。