

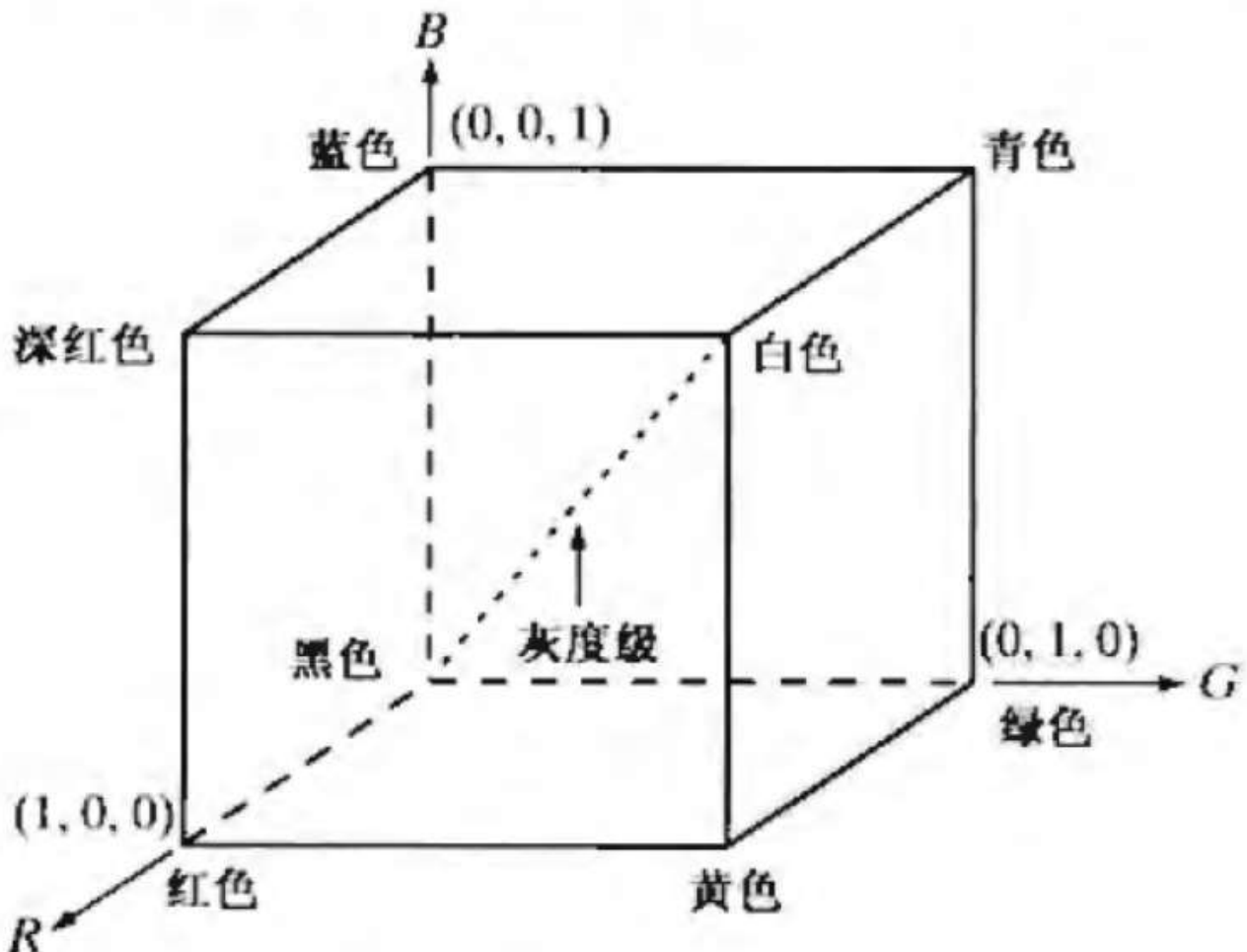
本节为[opencv数字图像处理](#)（13）：彩色图像处理的第一小节，基础：彩色模型与伪彩色图像处理，主要包括：三种彩色模型（RGB、CMY/CMYK、HSI）及其互相转换的方法、伪彩色图像的两种处理方法（灰度分层、灰度到彩色的转换）。

## 1. 彩色模型

数字图像处理中，最通用的面向硬件的彩色模型是RGB模型，用于彩色监视器和一大类彩色视频摄像机；CMY（青、粉红、黄）模型和CMYK（青、粉红、黄、黑）模型是针对彩色打印机的；HSI（色调、饱和度、亮度）模型，更符合人描述和解释颜色的方式，并且它解除了图像中颜色和灰度信息的联系。

### 1.1 RGB彩色模型

该颜色模型如下图所示（归一化之后），RGB原色值位于三个角上，二次色青色、深红色和黄色位于另外三个角。



RGB彩色模型中表示的图像由三个分量图像组成，每种原色一幅分量图像（8比特），送入RGB监视器后，三幅图像在屏幕上混合生成一幅合成的彩色图像（24比特）。RGB空间中，用于表示每个像素的比特数称为像素深度。这就是全彩色图像，颜色总数： $(2^8)^3 = 16777216$ 。

## 1.2 CMY和CMYK彩色模型

青色、深红色和黄色是光的二次色，即颜料原色，其中青色不反射红色，纯深红色不反射绿色，纯黄色不反射蓝色，这样从RGB到CMY的一个转换如下：

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

等量的颜料原色可以生成黑色，但黑色不纯，为了生成真正的黑色，加入第四种原色黑色，即CMYK彩色模型。

## 1.3 HSI彩色模型

当人观察一个彩色物体时，我们用其色调、饱和度和亮度来描述它。色调是描述一种纯色（纯黄色、纯橙色或纯红色）的颜色属性，饱和度是纯色被白光稀释的程度的度量，亮度是一个主观的描述子（实际上不可度量），它体现了无色的强度概念，是描述彩色感觉的关键因子之一（强度/灰度级hi单色图像最有用的描述子）。

而HSI（色调、饱和度和强度）彩色模型，可以在彩色图像中从携带的彩色信息（色调和饱和度）中消去强度分量的影响，因此适合开发基于彩色描述的图像处理算法。

HSI彩色模型平面可以以六边形、三角形甚至圆形出现，但是不变的是，平面上任一彩色点与红轴的夹角给出了色调，该向量的长度为饱和度，如下所示：



**RGB到HSI的彩色转换** 给定一幅RGB彩色格式的图像，每个RGB像素的H分量根据下式计算：

$$H = \begin{cases} \theta, & B \leq G \\ 360 - \theta, & B > G \end{cases}$$

其中：

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

饱和度分量由下式给出:

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

强度分量由下式给出:

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

**HSI到RGB的彩色转换** 需要分情况讨论。

当H位于RG扇区 ( $0^\circ \leq H < 120^\circ$ ) : 公式如下:

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

$$R = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

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

当H位于GB扇区 ( $120^\circ \leq H < 240^\circ$ ) , 首先  $H = H - 120^\circ$  , 然后:

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

$$G = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

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

当H位于BR扇区 ( $240^\circ \leq H < 360^\circ$ ) : 首先  $H = H - 240^\circ$  , 然后:

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

$$B = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

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

2. 伪彩色图像处理

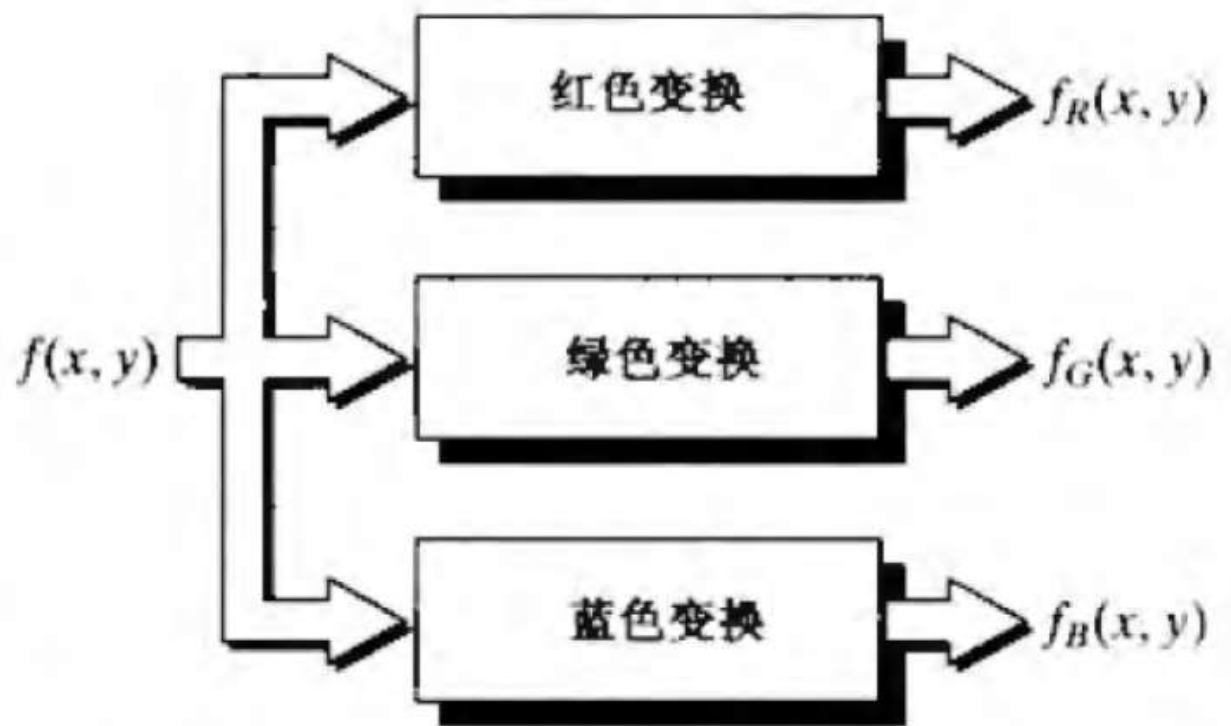
2.1 灰度分层

令 $[0, L - 1]$ 表示灰度级，令 $l_0$ 代表黑色 $[f(x, y) = 0]$ ，令 $l_{L-1}$ 代表白色 $[f(x, y) = L - 1]$ 。假定垂直于灰度轴的 $P$ 个平面定义为灰度级 $l_1, l_2, \dots, k_p$ ，然后假定\$0\$ 其中 $c_k$ 是第 $k$ 个灰度区间 $V_k$ 有关的颜色， $V_k$ 由位于 $l = k - 1$ 和 $l = k$ 处的分割平面定义。

简单来说，灰度分层就是用一个平面，将灰度函数分为几部分，并且给每一部分分别赋予一个新的颜色值。

2.2 灰度到彩色的变换

这其实是灰度分层方法的一个特殊情况，相比于灰度分层，它更能拓宽伪彩色增强结果的范围。一种方法如下图所示：



基本概念是对任何输入像素的灰度执行3个独立的变换，生成一幅合成图像，合成图像的彩色内容由变换函数的特性调制。

此外将多幅单色图像组合为一幅彩色合成图像的方法也比较常用（尤其是多光谱），不同的传感器在不同的谱段产生的独立的单色图像，然后经过一系列变换选择三幅用于显示的图像。

---

欢迎扫描二维码关注微信公众号 深度学习与数学 [每天获取免费的大数据、AI等相关的学习资源、经典和最新的深度学习相关的论文研读，算法和其他互联网技能的学习，概率论、线性代数等高等数学知识的回顾]

