

2D计算机视觉

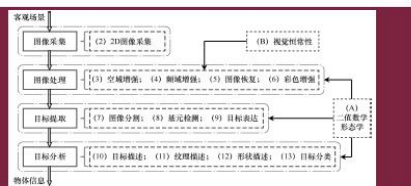
原理、算法及应用

计算机视觉
丛书



2D计算机视觉

原理、算法及应用



2D COMPUTER VISION
Principles, Algorithms and Applications

2D计算机视觉

原理、算法及应用

章毓晋 编著

电子工业出版社

2D COMPUTER VISION
Principles, Algorithms and Applications

2D计算机视觉

原理、算法及应用

章毓晋 编著



责任编辑：朱雨萌
封面设计：博雅锦



定价：149.00元

中国工信出版集团

电子工业出版社
http://www.phei.com.cn



第6章 彩色增强



彩色图像比灰度图像包含更多的信息

需要建立相应的彩色表达模型

需要研究对应的彩色图像处理技术

彩色图像增强技术可分成两大类

伪彩色增强技术：将灰度图像转化为彩色图像，以更明显地区分灰度区域

真彩色增强技术：直接对采集的彩色图像进行增强，以获得需要的效果



第6章 彩色增强

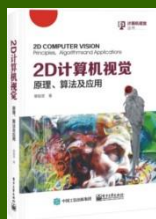


6.1 彩色视觉

6.2 彩色模型

6.3 伪彩色增强

6.4 真彩色增强



6.1 彩色视觉

人产生色觉是一个复杂的过程，除了光源对眼睛的刺激，还需要人脑对刺激的解释

三基色和颜色表示

三基色：也称三原色，红色（ R ，700nm），绿色（ G ，546.1nm）和蓝色（ B ，435.8nm）

国际照度委员会（CIE）的标准

三补色：品红色（ M ，即红加蓝），蓝绿色（ C ，即绿加蓝），黄色（ Y ，即红加绿）



6.1 彩色视觉

当把红、绿、蓝3种色光混合时，通过改变三者各自的强度比例可得到白色及各种彩色：

$$C \equiv rR + gG + bB$$

$$r + g + b = 1$$

三基色 \Rightarrow
3个刺激量

$$X = 0.4902R + 0.3099G + 0.1999B$$

$$Y = 0.1770R + 0.8123G + 0.0107B$$

$$Z = 0.0000R + 0.0101G + 0.9899B$$

3个刺激量
 \Rightarrow 三基色

$$R = 2.3635X - 0.8958Y - 0.4677Z$$

$$G = -0.5151X + 1.4264Y + 0.0887Z$$

$$B = 0.0052X - 0.0145Y + 0.0887Z$$



6.1 彩色视觉

对白光，有 $X = 1$ ， $Y = 1$ ， $Z = 1$

如果每种刺激量的比例系数为 x ， y ， z ，则有

$$C = xX + yY + zZ$$

x ， y ， z 也称为色系数：

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

色系数之间的联系

$$x + y + z = 1$$



6.1 彩色视觉

色度图

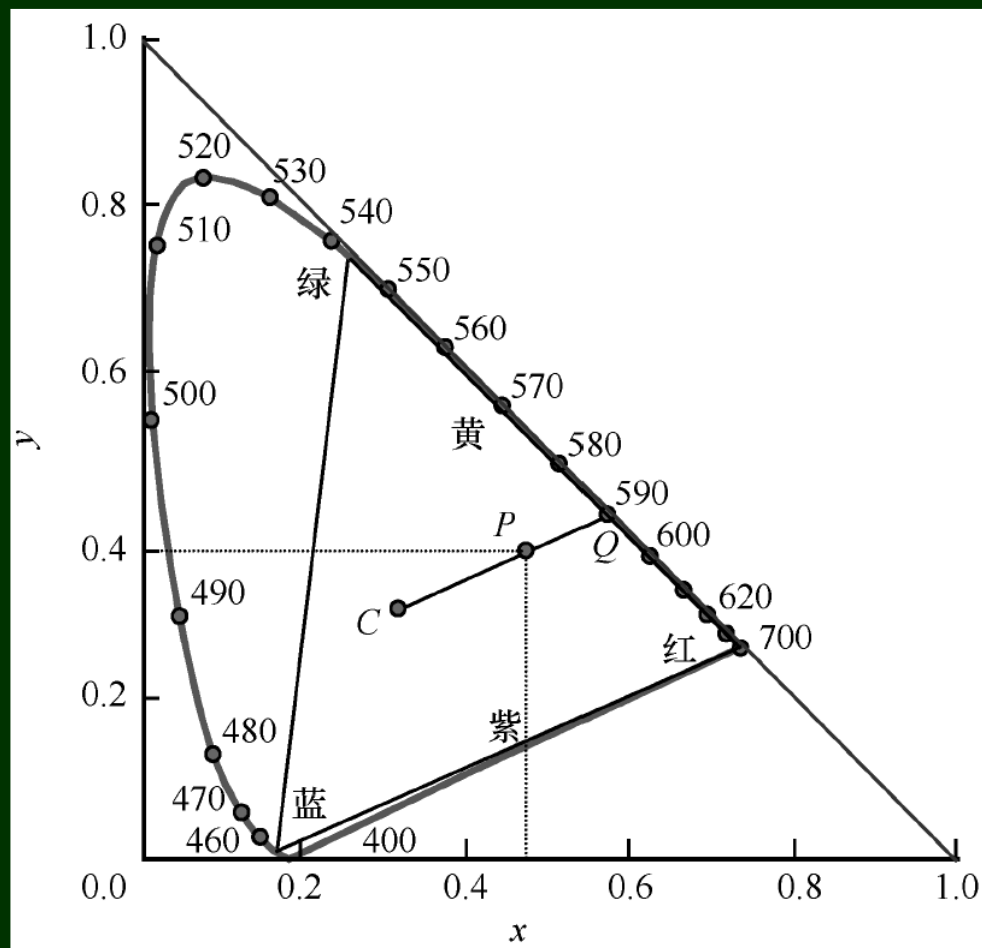
描述颜色的
3种基本特性量：

亮度

色调

饱和度

色度：色调和
饱和度





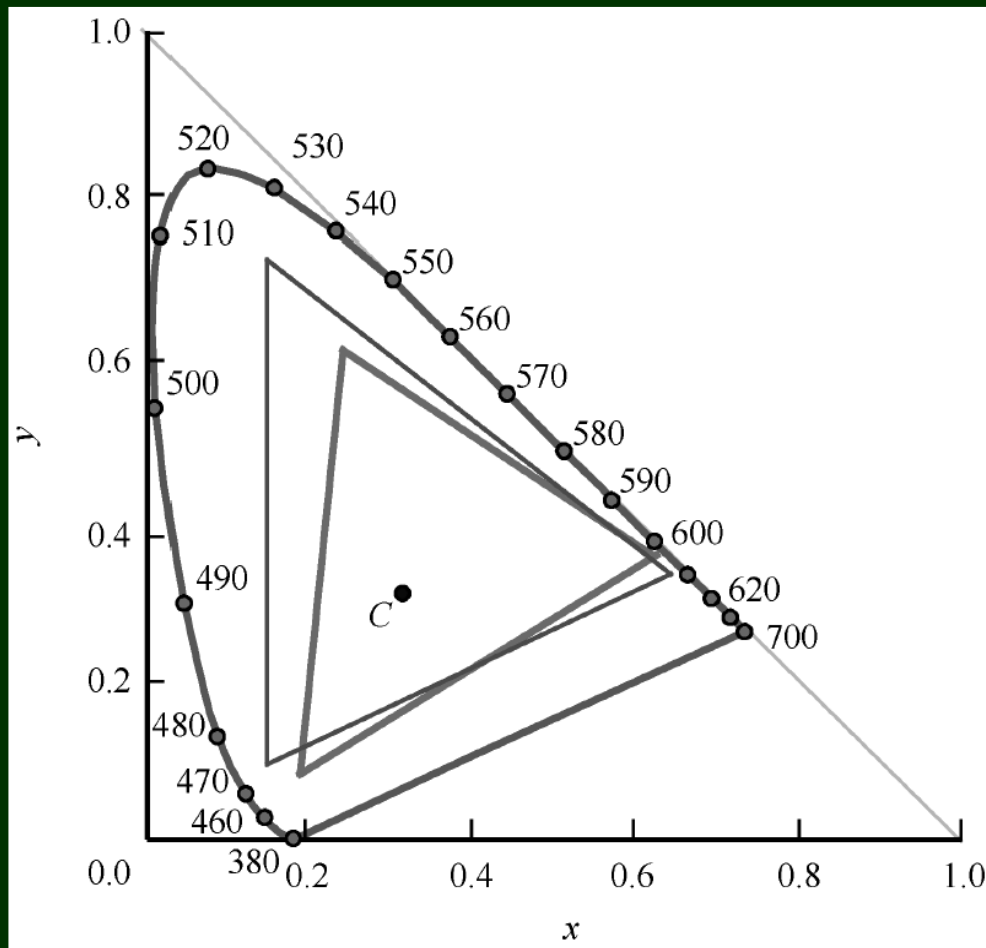
6.1 彩色视觉

色度图

(1) 每点都对应一种可见的颜色

(2) 舌形边界上的点代表纯颜色

(3) 任两个端点间点的颜色是两个端点颜色的组合





6.2 彩色模型

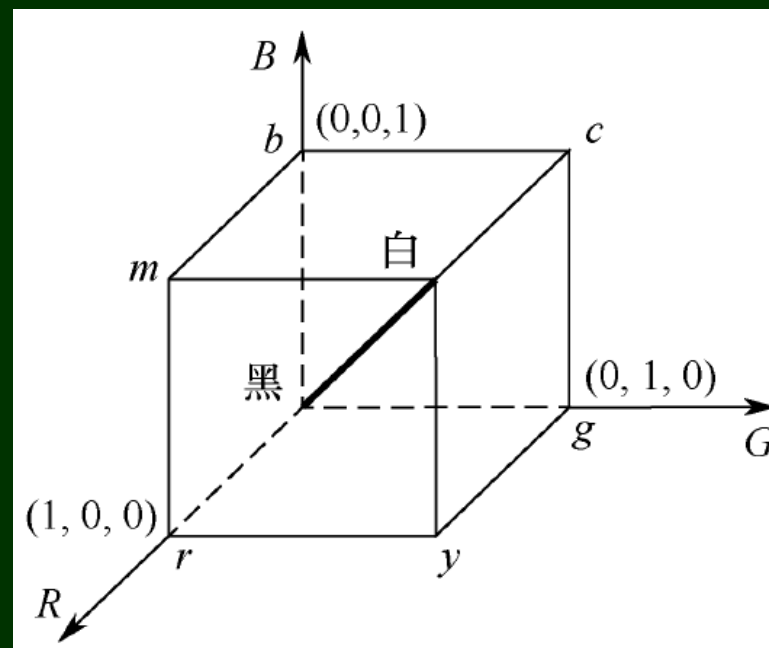
RGB模型

面向硬设备应用的最常见颜色模型

矩形直角空间结构

原点对应黑色，离原点最远的顶点对应白色

灰度值分布在从原点最远顶点间的连线上，其余各点都对应不同的彩色





6.2 彩色模型

RGB模型

每幅彩色图像包括3个独立的基色平面

利用三基色光两两叠加可产生光的三补色

将一个补色光与相对的基色光混合就可以产生白色光

颜料的三基色正好是光的三补色

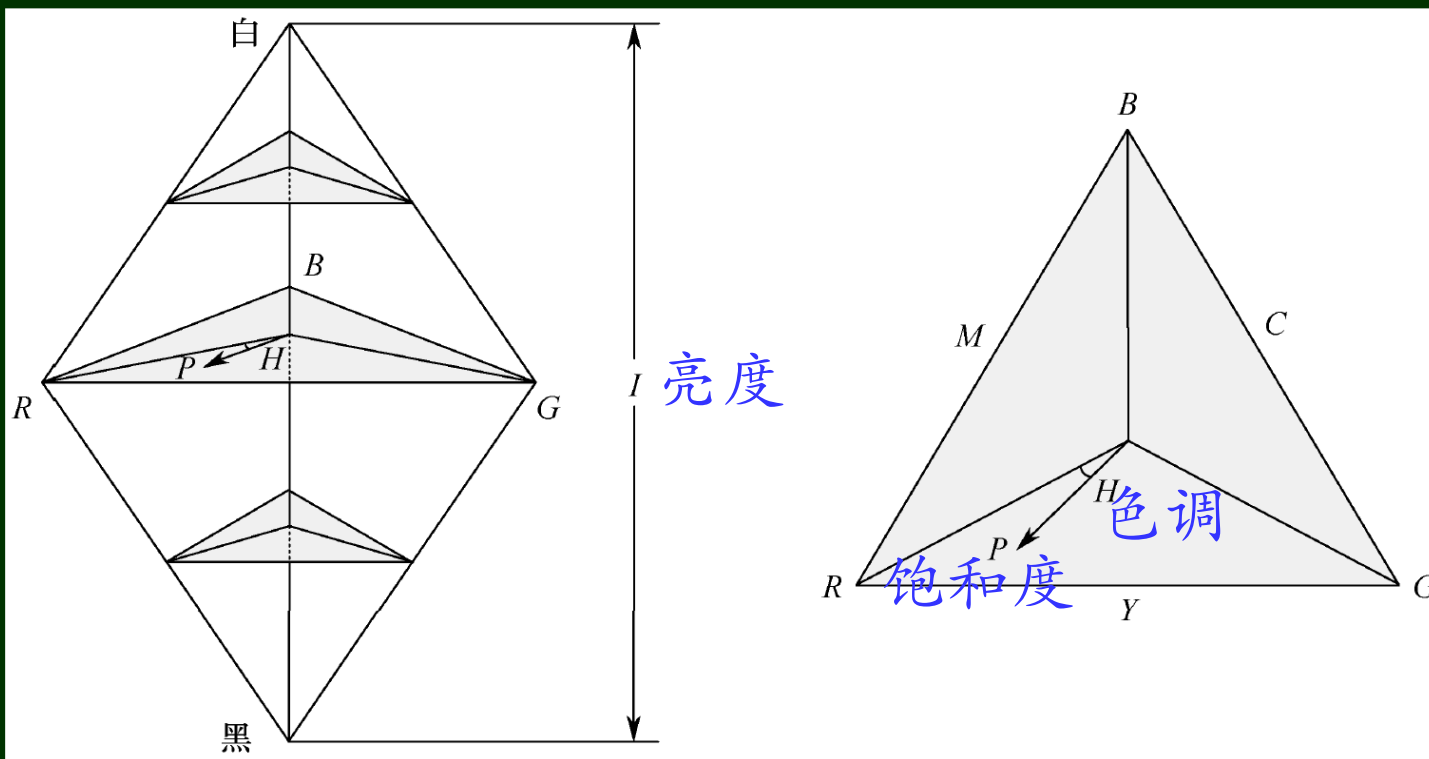
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



6.2 彩色模型

HSI模型

面向以彩色处理为目的应用的模型





6.2 彩色模型

从RGB转换到HSI

直接算出的 H 值在 $[0, 180]$ 之中，对应 $G \geq B$ 的情况

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$
$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B}[\min(R, G, B)]$$
$$H = \arccos \left\{ \frac{[(R - G) + (R - B)]/2}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

当 $S = 0$ 时对应的是无色的中心点，这时 H 没有意义



6.2 彩色模型

从HSI转换到RGB

分成3段以利用对称性

(1) 当 H 在 $[0, 120]$ 之间:

(2) 当 H 在 $[120, 240]$ 之间:

$$\begin{aligned} R &= I(1 - S) \\ G &= I \left[1 + \frac{S \cos(H - 120^\circ)}{\cos(180^\circ - H)} \right] \\ B &= 3I - (R + G) \end{aligned}$$

(3) 当 H 在 $[240, 360]$ 之间:

$$\begin{aligned} B &= I(1 - S) \\ R &= I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ G &= 3I - (B + R) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= I(1 - S) \\ B &= I \left[1 + \frac{S \cos(H - 240^\circ)}{\cos(300^\circ - H)} \right] \\ R &= 3I - (G + B) \end{aligned}$$



6.2 彩色模型

彩色图像的 R , G , B 和 H , S , I 各分量图



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



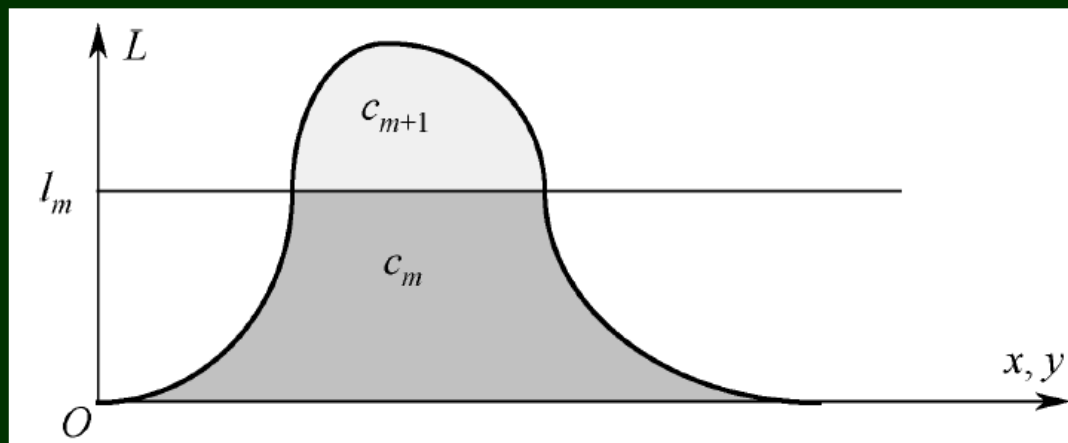
(f)



6.3 伪彩色增强

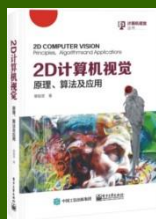
亮度切割

用1个平行于图像坐标平面的平面去切割图像亮度函数，从而把亮度函数分成2个灰度值区间



推广：

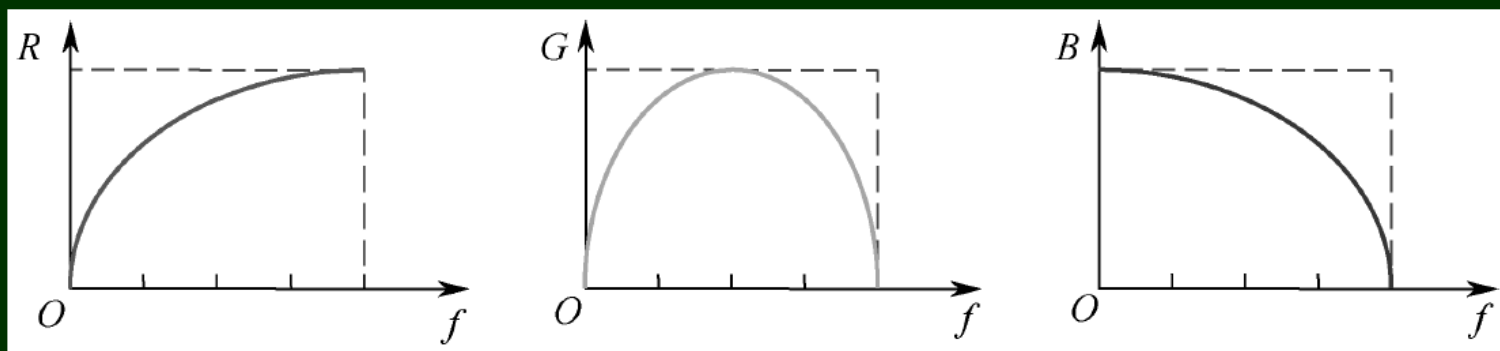
$$f(x, y) = c_m \quad \begin{array}{l} f(x, y) \in R_m \\ m = 0, 1, \dots, M \end{array}$$



6.3 伪彩色增强

从灰度到彩色的变换

对每个原始图像中各像素的灰度值，可用3个独立的变换来处理



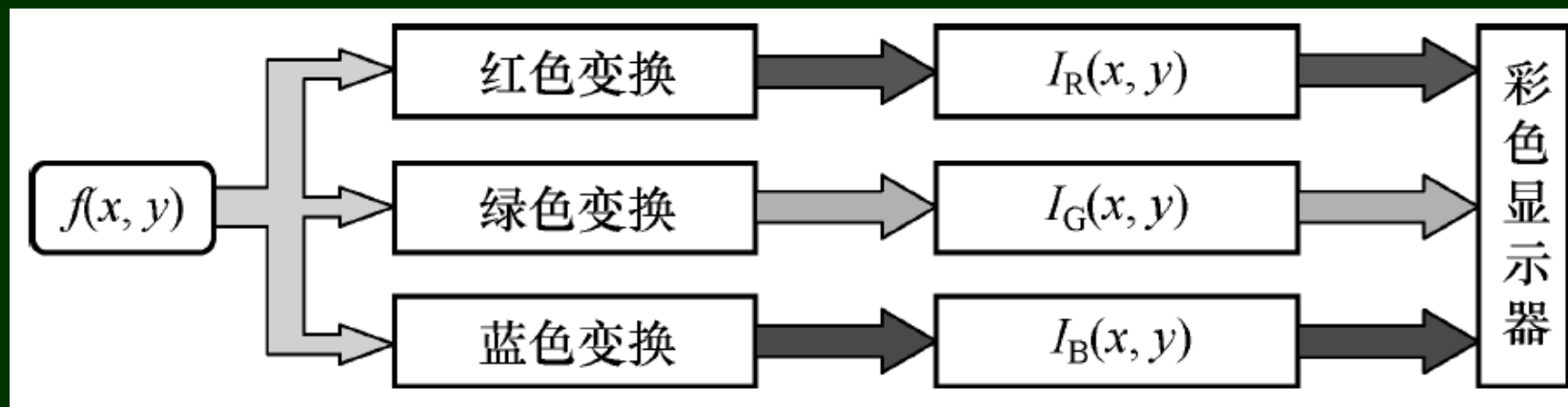
灰度值偏小的像素将主要呈现蓝色，灰度值偏大的像素将主要呈现红色，而中间灰度值的像素将呈现偏绿色且饱和度较低



6.3 伪彩色增强

从灰度到彩色的变换

将3个变换的结果分别输入彩色电视屏幕的3个电子枪，就可得到颜色内容由3个变换函数调制的混合图像



常使用光滑的、非线性的变换函数

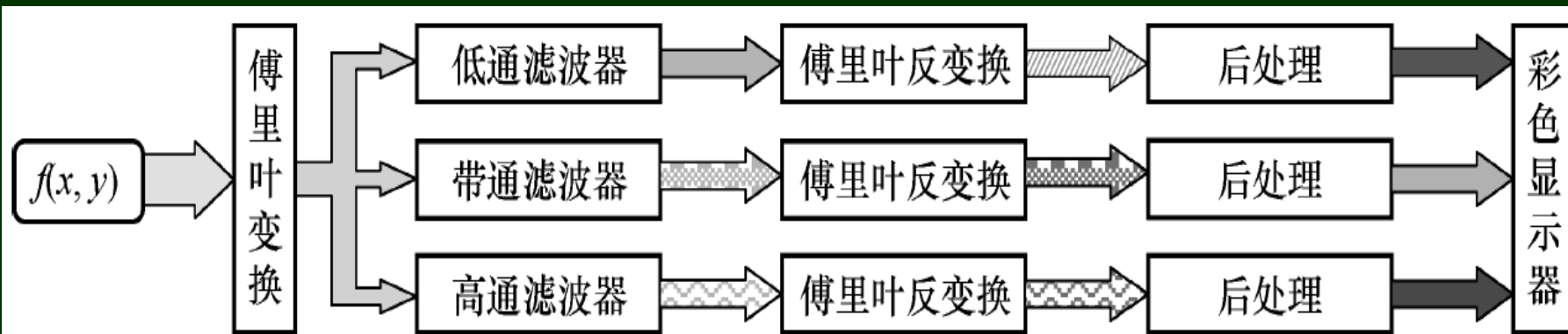


6.3 伪彩色增强

频域滤波

在频域借助各种滤波器进行

输入图像的傅里叶变换通过3个不同的滤波器（常用带通或带阻滤波器）被分成不同的频率分量，并分别进行不同的滤波处理





6.4 真彩色增强

增强前后的图像都是彩色的

真彩色图像的处理策略可分为两种

一种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）进行单独处理，再将处理结果合成为彩色图像

另一种是考虑一幅彩色图像中的每个像素都具有三个属性值，即属性现在为一个矢量，需要利用对矢量的表达方法进行处理



6.4 真彩色增强

单分量真彩色增强

将RGB图转化为HSI图，分离开亮度分量和色度分量，可以对它们分别使用对灰度图像的增强方法以获得预期的效果

- (1) 将原始彩色图像的 R , G , B 分量图转化为 H , S , I 分量图
- (2) 利用对灰度图像增强的方法增强其中的某个分量图
- (3) 再将结果转换为 R , G , B 分量图以用彩色显示器显示



6.4 真彩色增强

单分量真彩色增强

HSI图包含3个分量图，所以步骤（2）的增强可分3种情况：

（1）增强 I 分量图

这种方法并不会改变原图的彩色内容，但增强后的图看起来可能仍会有些色感的差异。这是因为尽管色调和饱和度没有变化，但亮度分量发生了改变，所以对整幅图像的色感会有一定影响



6.4 真彩色增强

单分量真彩色增强

(2) 增强 S 分量图

对图像中每个像素的饱和度分量乘以一个大于1的常数可使图像中的彩色更鲜明，而如果乘以一个小于1的常数则会使图像的彩色感降低



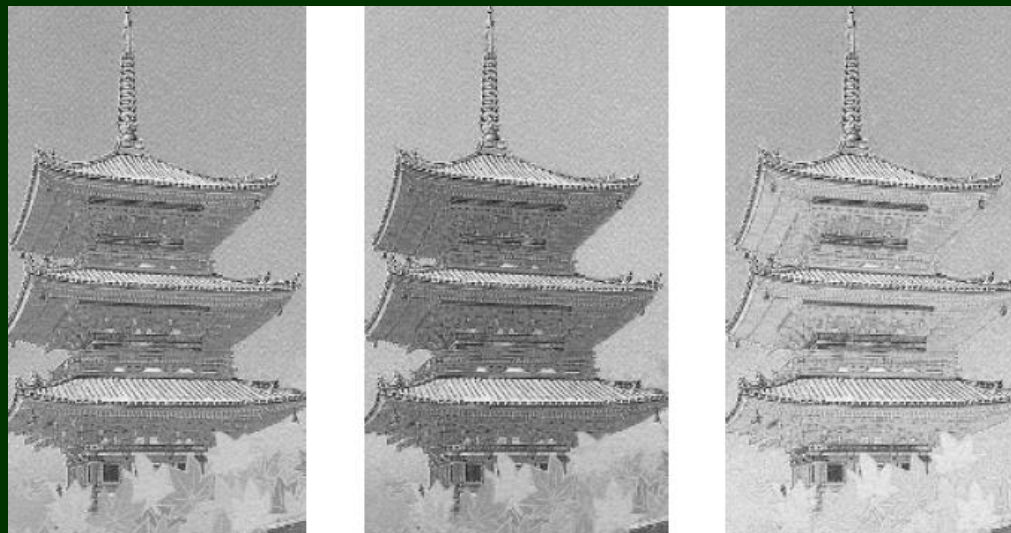


6.4 真彩色增强

单分量真彩色增强

(3) 增强 H 分量图

如果对每个像素的色调值加一个常数（角度值），将会使相应目标的颜色在色谱上移动



常数较小时，会使色调变“暖”

常数较大时，会使色调“反色”



6.4 真彩色增强

全彩色增强

彩色切割增强

自然图像中对应同一个物体或物体部分的像素，其颜色在彩色空间中应该是聚集在一起的

在彩色空间将目标对应的聚类确定出来，赋予这个聚类对应的像素与背景不同的颜色，就能将其与背景区别开来或突出出来，达到增强的目的

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



6.4 真彩色增强

全彩色增强

彩色滤波增强

采用模板操作（以邻域平均为例）

$$C_{\text{ave}}(x, y) = \frac{1}{\#W} \sum_{(x, y) \in W} C(x, y) = \frac{1}{\#W} \begin{bmatrix} \sum_{(x, y) \in W} R(x, y) \\ \sum_{(x, y) \in W} G(x, y) \\ \sum_{(x, y) \in W} B(x, y) \end{bmatrix}$$

将1幅彩色图像分解为3幅灰度图像，用同样的模板对3幅灰度图像分别进行邻域平均再组合起来



6.5 各节要点和可参考的文献

- 1 彩色视觉
- 2 彩色模型
- 3 伪彩色增强
- 4 真彩色增强

自我检测题