



# 彩色图像分割 (Color Image Segmentation)

- 彩色图像分割
- 图像分割是把图像分成各具特性的区域并提取出感兴趣目标的技术和过程。

彩色  
图像  
分割  
方法

=

单色图像分割方法:

- 边缘检测 (边缘检测和连接)
- 阈值法 (人工确定阈值、迭代法、最大类间方差法、最大熵法、最小误差法)
- 区域分割 (区域生长法、区域分裂合并法)
- 混合方法

+

彩色空间:

**RGB**

**HSI**

**HSV**

**CIE L\*a\*b\***

**YUV**

**YCbCr**



# HSI彩色空间分割 (Segmentation in HSI Color Space)

- **HSI模型 (HSI Model)** 是面向颜色处理的，用色调(Hue)、饱和度(Saturation)、亮度(Intensity)来描述颜色。
- 用色调和饱和度描述色彩，用亮度描述光的强度。
- 这个模型有二个特点：
  - (1) I分量与图像的彩色信息无关；
  - (2) H和S分量与人感受颜色的方式是紧密相连的。这些特点使得**HSI**模型非常适合于借助人视觉系统来感知彩色特性的图像处理算法。



## Segmentation in HSI Color Space

- 图像中用色度（色调+饱和度）描述彩色。
- 可以饱和度作为一个模板图像，从色调图像中分离出感兴趣的特征区。
- 由于亮度（强度）不携带彩色信息，彩色图像分割一般不使用亮度分量。
- 下面是在HSI系统中进行分割的例子。



# Segmentation in HSI Color Space

在**HSI**空间的图像分割。

- 假定感兴趣是分割图**9.25**中红色花朵。
- 注意：我们感兴趣的区域有相对高的色度值。

RGB原图像



H分量



S分量



I分量





## Segmentation in HSI Color Space

- **以饱和度作为一个模板图像：**在饱和度图像中选择门限值等于最大饱和度的**30%**，任何比门限大的像素值赋**1**值(白)，其他赋**0**值(黑)。
- **从色调图像中分离出感兴趣的特征区：**用饱和度二值模板作用于色调图像就产生出红色花朵分割的结果。

其主要**Matlab**程序如下：

```
S1=(S>0.3*(max(max(S))));
```

```
F=S1.*H;
```

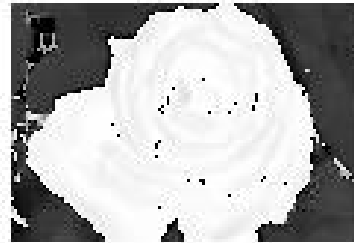


# Segmentation in HSI Color Space

RGB原图像



H分量



S分量



I分量



二值饱和度模板



分割结果

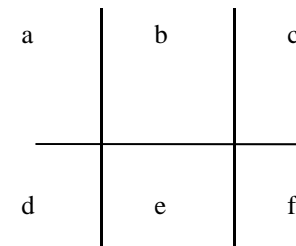


图9.14 在HSI空间的图像分割。  
(a)原RGB图像, (b)色调分量H, (c)饱和度分量S, (d)强度分量I,  
(e)二值饱和度模板 (黑=0), (f) 红色花的分割结果



## RGB彩色空间分割 (Segmentation in RGB Color Space)

- 虽然在**HSI**空间彩色图像较直观。
- 通常用**RGB**彩色向量进行分割。
- 方法：

假设目标是在**RGB**图像中分割特殊彩色区域的物体，给定一个感兴趣彩色的有代表性的彩色点样品集，可得到一个彩色“平均”估计，这种彩色是我们希望分割的彩色。



## Segmentation in RGB Color Space

- 令这个平均彩色用**RGB**向量**a**来表示。
- **分割的目标**是对给定图像中每一个**RGB**像素进行分类。这就需要一个相似性度量。
- 令**z**代表**RGB**空间中的任意一点，如果它们之间的距离小于特定的阈值**D<sub>0</sub>**，我们就说**z**与**a**是相似的。
- 最简单的度量之一是欧氏距离，**z**和**a**之间的距离可以是欧氏距离，如：

$$D(z, a) = \|z - a\| = \left[ (z - a)^T (z - a) \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ (z_R - a_R)^2 + (z_G - a_G)^2 + (z_B - a_B)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$





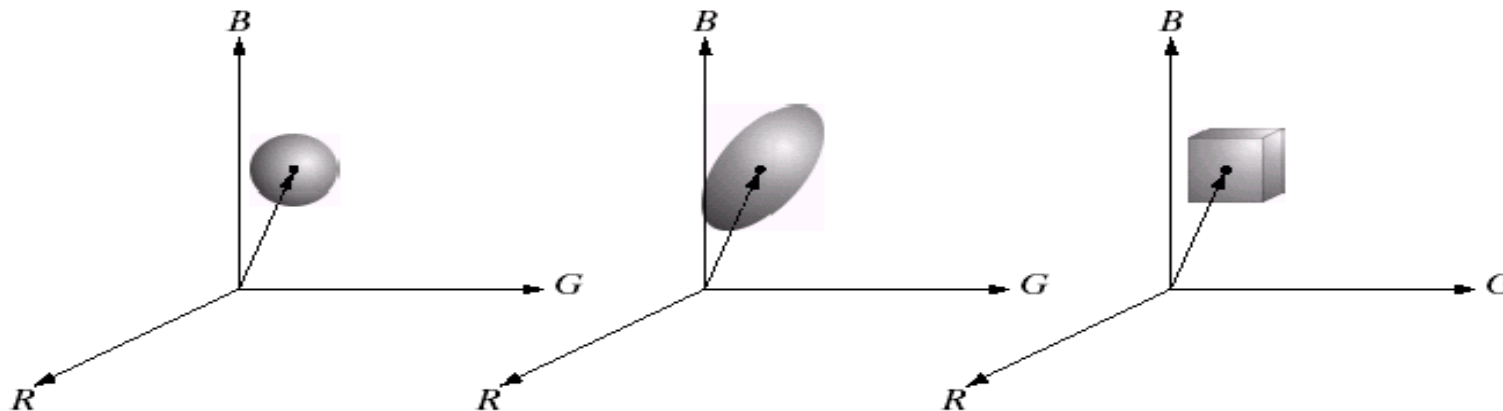
# Segmentation in RGB Color Space

向量之间的距离度量比较多，比如：

$$D(z, a) = \|z - a\| = \left[ (z - a)^T (z - a) \right]^{\frac{1}{2}} = \left[ (z_R - a_R)^2 + (z_G - a_G)^2 + (z_B - a_B)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$D(z, a) = \left[ (z - a)^T C^{-1} (z - a) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$D(z, a) = \max \{ |z_R - a_R|, |z_G - a_G|, |z_B - a_B| \}$$





## Segmentation in RGB Color Space

- 对一幅**RGB**彩色图像，选择要分割的区域，计算该区域中的彩色点的平均向量 **$\mathbf{a}$** 。
- 盒子的中点在 **$\mathbf{a}$** ，它的尺度沿每一个**RGB**轴以沿相应轴的数据标准差的**1.25**倍选择。  
例如，令 **$\sigma_R$** 代表样点红分量的标准偏差， **$\mathbf{a}_R$** 代表平均向量 **$\mathbf{a}$** 的红分量：  
( **$\mathbf{a}_R - 1.25\sigma_R$** ,  **$\mathbf{a}_R + 1.25\sigma_R$** )
- 分割的结果为：**如果彩色点位于盒子表面或内部则置为1（白色），否则置为0（黑色）。**



# Segmentation in RGB Color Space

- `rgb=imread('flower608.jpg');`
- `rgb1=im2double(rgb);`
- `r=rgb1(:,:,1);`
- `g=rgb1(:,:,2);`
- `b=rgb1(:,:,3);`
- `r1=r(129:256,86:170);`
- `r1_u=mean(mean(r1(:)));`
- `[m,n]=size(r1);`
- `sd1=0.0;`
- `for i=1:m`
- `for j=1:n`
- `sd1=sd1+(r1(i,j)-r1_u)*(r1(i,j)-r1_u);`
- `end`
- `end`
- `r1_d=sqrt(sd1/(m*n));`
- `r2=zeros(size(rgb1,1),size(rgb1,2));`
- `ind=find((r>r1_u-1.25*r1_d)&(r<r1_u+1.25*r1_d));`
- `r2(ind)=1;`





# Segmentation in RGB Color Space

RGB原图像



R分量



G分量



B分量



RGB分割结果

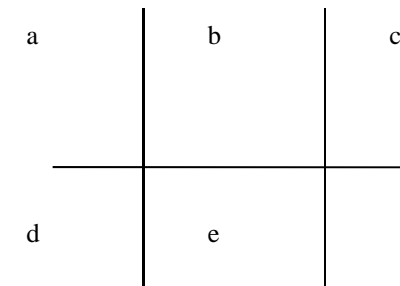


图9.15 RGB空间分割。(a) RGB原图像，(b) R分量，(c) G分量，  
(d) B分量，(e) RGB向量空间彩色分割的结果



# 彩色边缘检测 (Color Edge Detection)

边缘检测对图像分割是一个重要的工具。

■ 比较:

- (1) 以各个单独颜色分量图像为基础计算边缘
- (2) 在彩色空间直接计算边缘的问题。



- 标量函数的梯度

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$\text{mag}(\nabla f) = \left[ G_x^2 + G_y^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$



# 彩色边缘检测 ( Color Edge Detection )

- 一般方法：  
    分别计算各个颜色分量图像的梯度，然后形成彩色图像的梯度。
- 得到的结果行否？
- 向量的梯度？



## Color Edge Detection

- 令  $\mathbf{c}$  代表 **RGB** 彩色空间中的任意向量， $\mathbf{c}$  的分量是一幅彩色图像在一点上的 **RGB** 分量。
- 彩色分量是坐标  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  的函数，表示为：

$$\mathbf{c}(x, y) = \begin{bmatrix} c_R(x, y) \\ c_G(x, y) \\ c_B(x, y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R(x, y) \\ G(x, y) \\ B(x, y) \end{bmatrix}$$

- **首要的问题**：定义向量  $\mathbf{c}$  在任意点  $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  处的梯度（幅值和方向）。





- 标量函数  $f(x, y)$  在坐标  $(x, y)$  处的梯度：是指向  $f$  的最大变化率方向的向量。
- 将这一思想扩展到向量梯度，下面介绍一种方法
- 令  $r, g, b$  是 RGB 彩色空间沿 R, G, B 轴的单位向量，可定义向量为：

$$u = \frac{\partial R}{\partial x} r + \frac{\partial G}{\partial x} g + \frac{\partial B}{\partial x} b$$

$$v = \frac{\partial R}{\partial y} r + \frac{\partial G}{\partial y} g + \frac{\partial B}{\partial y} b$$



- 定义为这些向量的点乘  $g_{xx}$ ,  $g_{yy}$ ,  $g_{xy}$ , 如下所示:

$$g_{xx} = u \bullet u = u^T u = \left| \frac{\partial R}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial G}{\partial x} \right|^2 + \left| \frac{\partial B}{\partial x} \right|^2$$

$$g_{yy} = v \bullet v = v^T v = \left| \frac{\partial R}{\partial y} \right|^2 + \left| \frac{\partial G}{\partial y} \right|^2 + \left| \frac{\partial B}{\partial y} \right|^2$$

$$g_{xy} = u \bullet v = u^T v = \frac{\partial R}{\partial x} \frac{\partial R}{\partial y} + \frac{\partial G}{\partial x} \frac{\partial G}{\partial y} + \frac{\partial B}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial y}$$



- 参考文献指出， $c(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  的最大变化率方向由角度给出：

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \left[ \frac{2g_{xy}}{(g_{xx} - g_{yy})} \right]$$

- $(\mathbf{x}, \mathbf{y})$  点在 $\theta$ 方向上变化率的值由下式给出：

$$F(\theta) = \left\{ \frac{1}{2} [(g_{xx} + g_{yy}) + (g_{xx} - g_{yy}) \cos 2\theta + 2g_{xy} \sin 2\theta] \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Di Zenzo, S. "A Note on the Gradient of a Multi-Image", Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1986, 33:116~125



# 彩色边缘检测 ( Color Edge Detection )

- 下面例子比较两种彩色图像边缘检测：
  - (1) 由各个颜色分量图像梯度的混合检测边缘
  - (2) 用彩色空间的向量梯度检测边缘。

计算时，偏导数用Sobel算子实现



# 彩色边缘检测 ( Color Edge Detection )

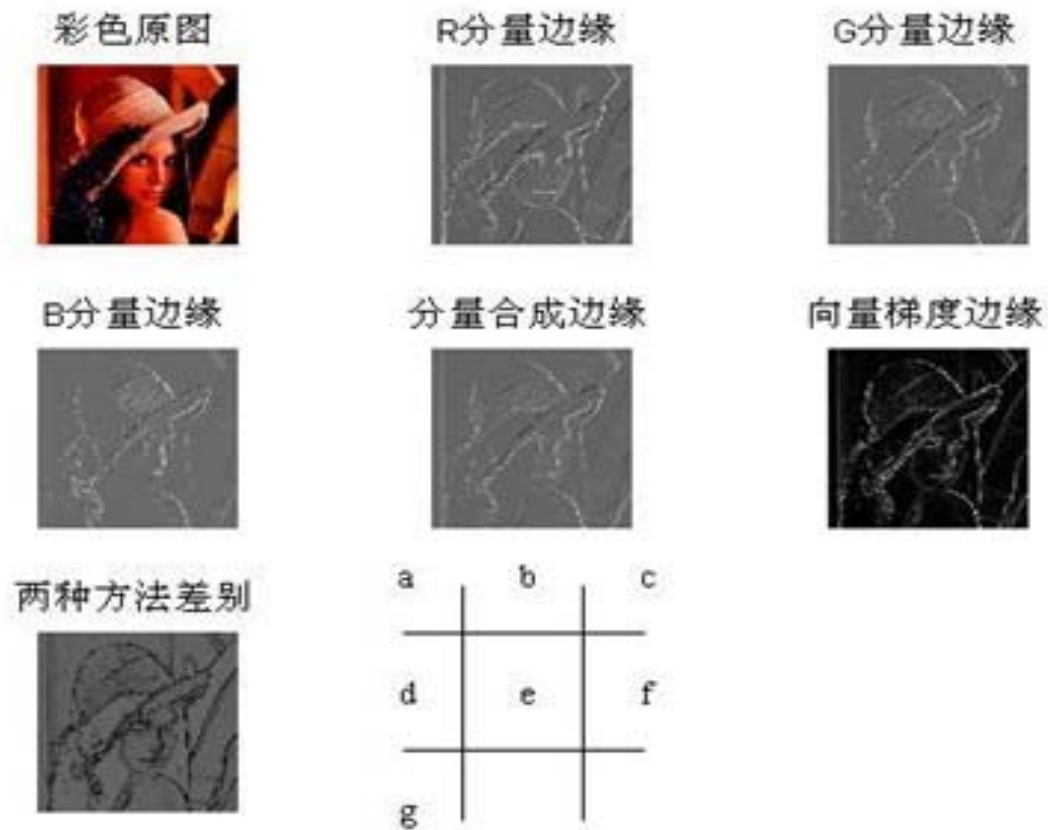


图9.16 (f) 中可以产生额外的细节，但同时也增加了附加计算量。采用哪种方法由给定问题的需要决定。