

计算机视觉基础

章毓晋

清华计算机图书·译丛

Foundations of Computer Vision

计算机视觉基础

本书介绍计算机视觉的基础内容，比较侧重计算几何和目标检测方面。本书对图像网格的构建和叠加、德劳内三角剖分和沃罗诺伊镶嵌、多边形拼贴、图像拓扑等都有比较全面深入的介绍，并对图像结构给出了直观可视的描述。书中提供了大量相应的Matlab程序，可结合原理学习进行实验，以进一步加深理解并解决实际问题。

本书可作为信号与信息处理、通信与信息系统、电子与通信工程、模式识别与智能系统、计算机科学等学科大学高年级本科生或研究生专业课教材和教学参考书，还可供涉及图像和机器视觉技术的应用行业（如生物医学、电视广播、工业自动化、文档识别、机器人、电子医疗设备、遥感测绘、增强现实、智能交通和军事侦察等）的科技工作者和从业者参考和自学。

课件下载·样书申请



书圈

清华社官方微信信号



扫我有惊喜



定价：98.00元

清华计算机图书·译丛

计算机视觉基础

清华大学出版社



Springer

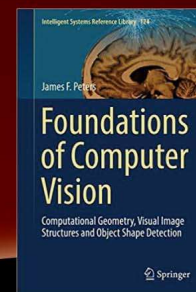
清华计算机图书·译丛

Foundations of Computer Vision

计算机视觉基础

[加] 詹姆斯·彼得斯 (James F. Peters) 著

章毓晋 译



清华大学出版社



第2章 像素加工

像素表示数字图像中的最小构成元素，是数字图像 I 中在位置 (r, c) （行，列）的元素

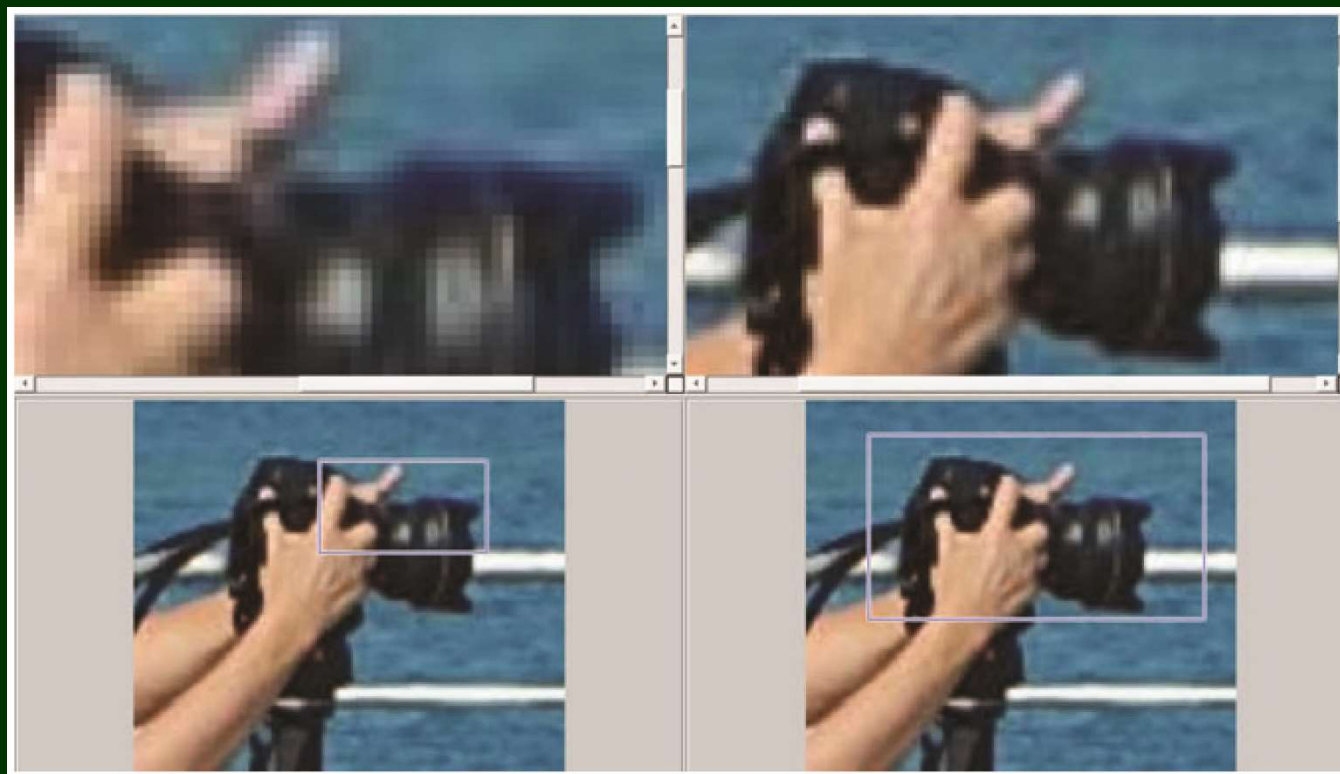
对像素的加工是图像处理的基本手段

这包括获取像素的属性值，分离各个彩色通道，对图像进行算术操作和逻辑操作，对图像进行坐标变换，对像素强度进行各种函数变换，增强图像的对比度，从背景中提取前景等



2.1 图像元素

图像元素简称像素



较低分辨率与较高分辨率的图像



2.1 图像元素

每个图像的像素都可以有若干个数值：

二值图像像素值：白色像素取值1

黑色像素取值0

灰度图像像素值：常见像素灰度值为0~255

RGB图像像素值：每个彩色像素值量化了像素特定彩色通道亮度的大小

红色：0 ~ 255，红色像素强度（亮度）

绿色：0 ~ 255，绿色像素强度（亮度）

蓝色：0 ~ 255，蓝色像素强度（亮度）



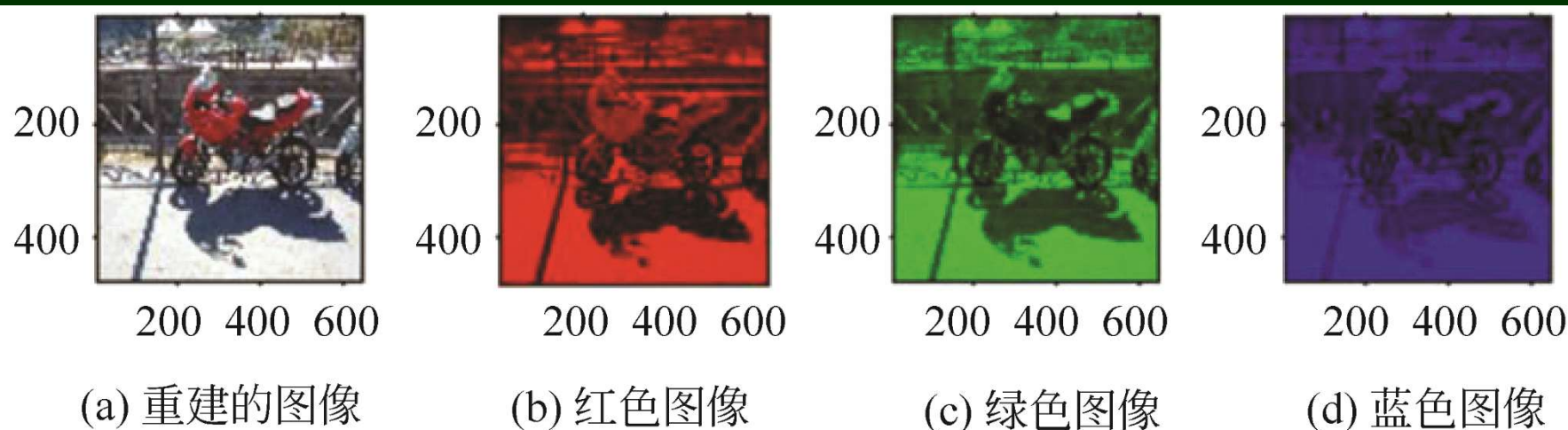
2.2 分离彩色图像通道

在光栅彩色图像中分离彩色通道：

$\text{img}(:,:,1)$ =img中所有行和列的红色通道值

$\text{img}(:,:,2)$ =img中所有行和列的绿色通道值

$\text{img}(:,:,3)$ =img中所有行和列的蓝色通道值

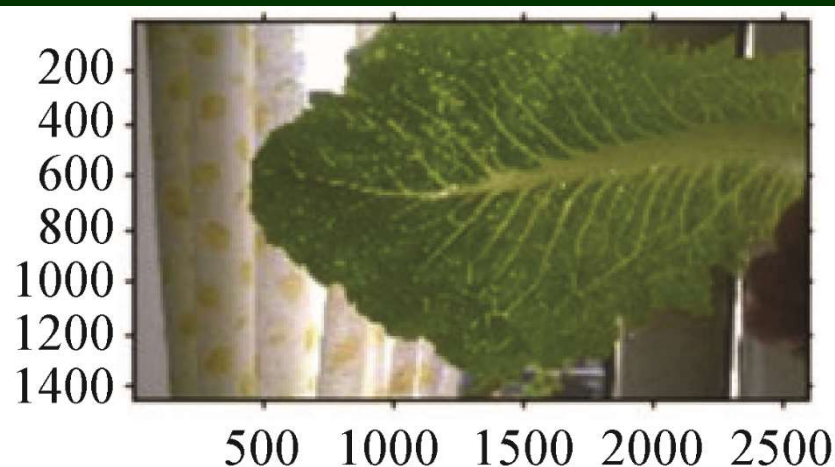




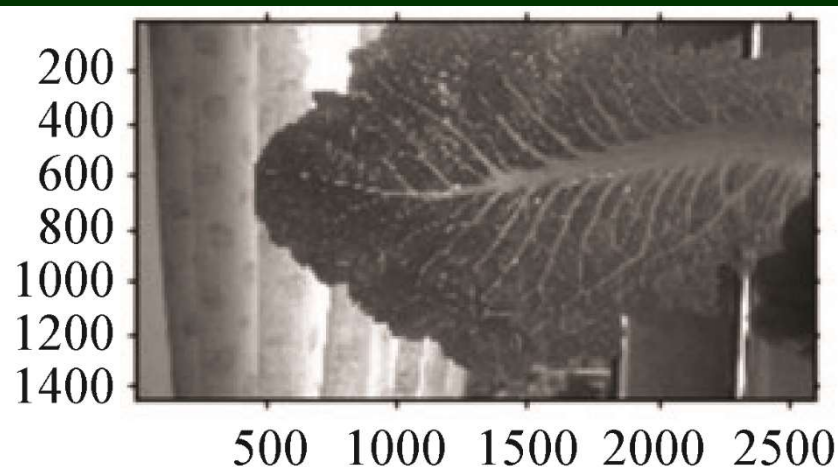
2.3 彩色向灰度的转换

使用Matlab函数`rgb2gray(I)`将彩色图像 I 转换为灰度图像 I_{gr} :

$$I_{gr}(x,y)=a*I(x,y,1)+b*I(x,y,2)+\gamma*I(x,y,3)$$



(a) 原始图像



(b) 灰度图像



2.4 对像素强度的代数操作

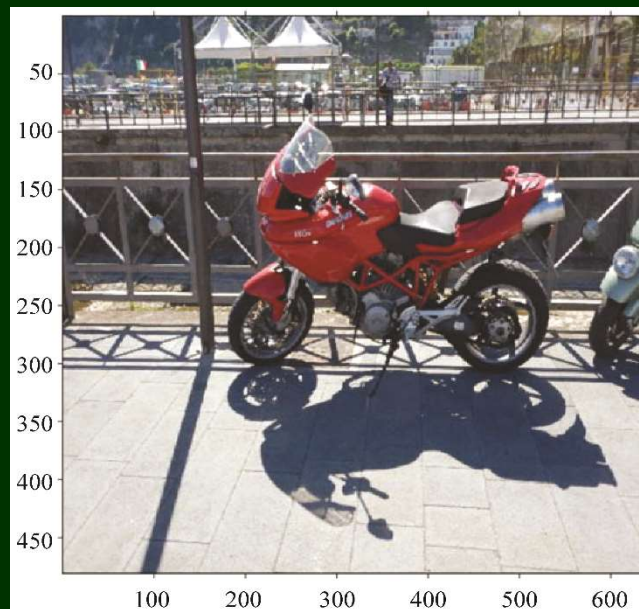
图像的代数表达式I:

$$i_1 = g + g$$

$$i_2 = (0.5)(g + g)$$

$$i_3 = (0.3)(g + g)$$

$$i_4 = \left[g \left(\frac{g}{2} \right) \right] * 2$$



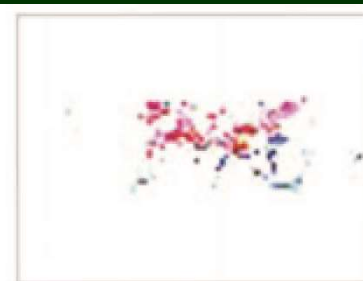
$g + g$



$(g + g) * 0.5$



$(g + g) * 0.3$



$((g/2) * g) * 2$



2.4 对像素强度的代数操作

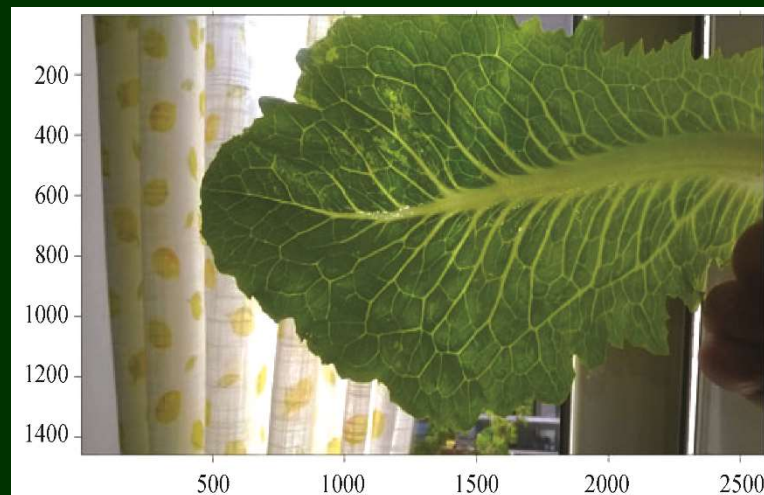
图像的代数表达式II:

$$i_5 = h + 30$$

$$i_6 = h - (0.2)h$$

$$i_7 = |h - (0.2)(h + h)|$$

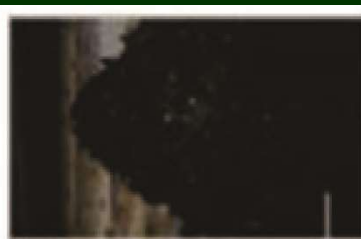
$$i_8 = h + (0.5)(h + h) * 2$$



$h+30$



$h-0.2*h$



$|h-((h+h)*0.5)|$



$h+((h+h)*0.5))*2$



2.4 对像素强度的代数操作

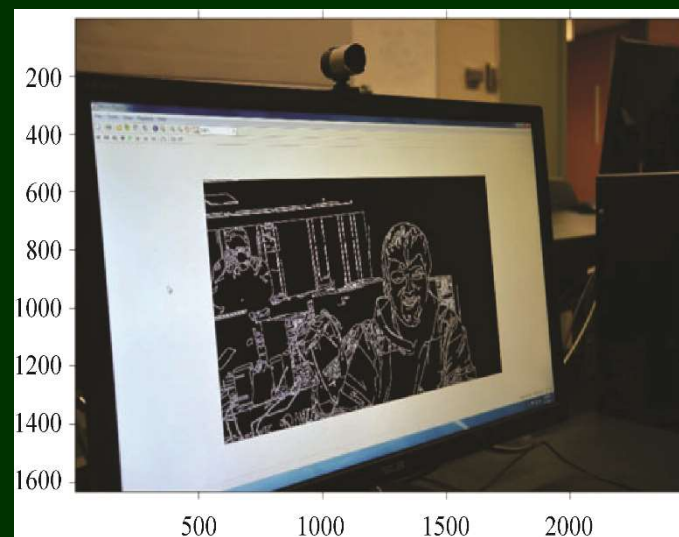
图像的代数表达式III:

$i_9 = (0.8)\text{img}(:, :, 1)$ 减少红色通道强度

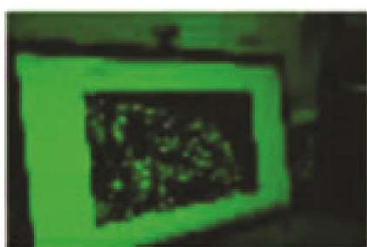
$i_{10} = (0.9)\text{img}(:, :, 1)$ 稍微减少绿色通道强度

$i_{11} = (0.5)\text{img}(:, :, 1)$ 大幅减少绿色通道强度

$i_{12} = (16.5)\text{img}(:, :, 1)$ 大幅增加蓝色通道强度



$i_9 (0.8)*\text{红}$



$i_{10} (0.9)*\text{绿}$



$i_{11} (0.5)*\text{绿}$



$i_{12} (16.5)*\text{蓝}$



2.5 用边缘像素选择解释像素选择

选取边缘像素是最常见的像素选择形式之一

为了找到边缘像素，首先要找到每个图像像素的梯度方向（梯度角），即每个像素的切线角

$$G_x = \frac{\partial \text{img}(x, y)}{\partial x}$$

$$G_y = \frac{\partial \text{img}(x, y)}{\partial y}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x} = \tan^{-1} \left[\frac{\frac{\partial \text{img}(x, y)}{\partial y}}{\frac{\partial \text{img}(x, y)}{\partial x}} \right]$$

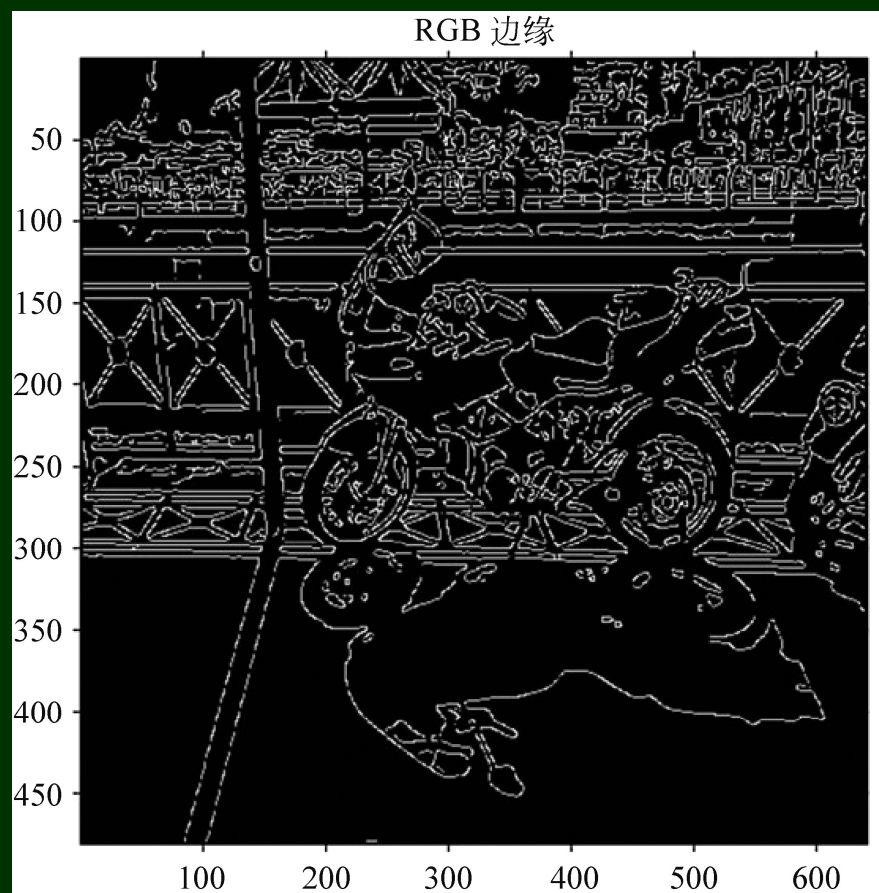


2.5 用边缘像素选择解释像素选择

灰度（单个彩色通道）图像中的边缘像素

首先将彩色图像
转换为灰度图像

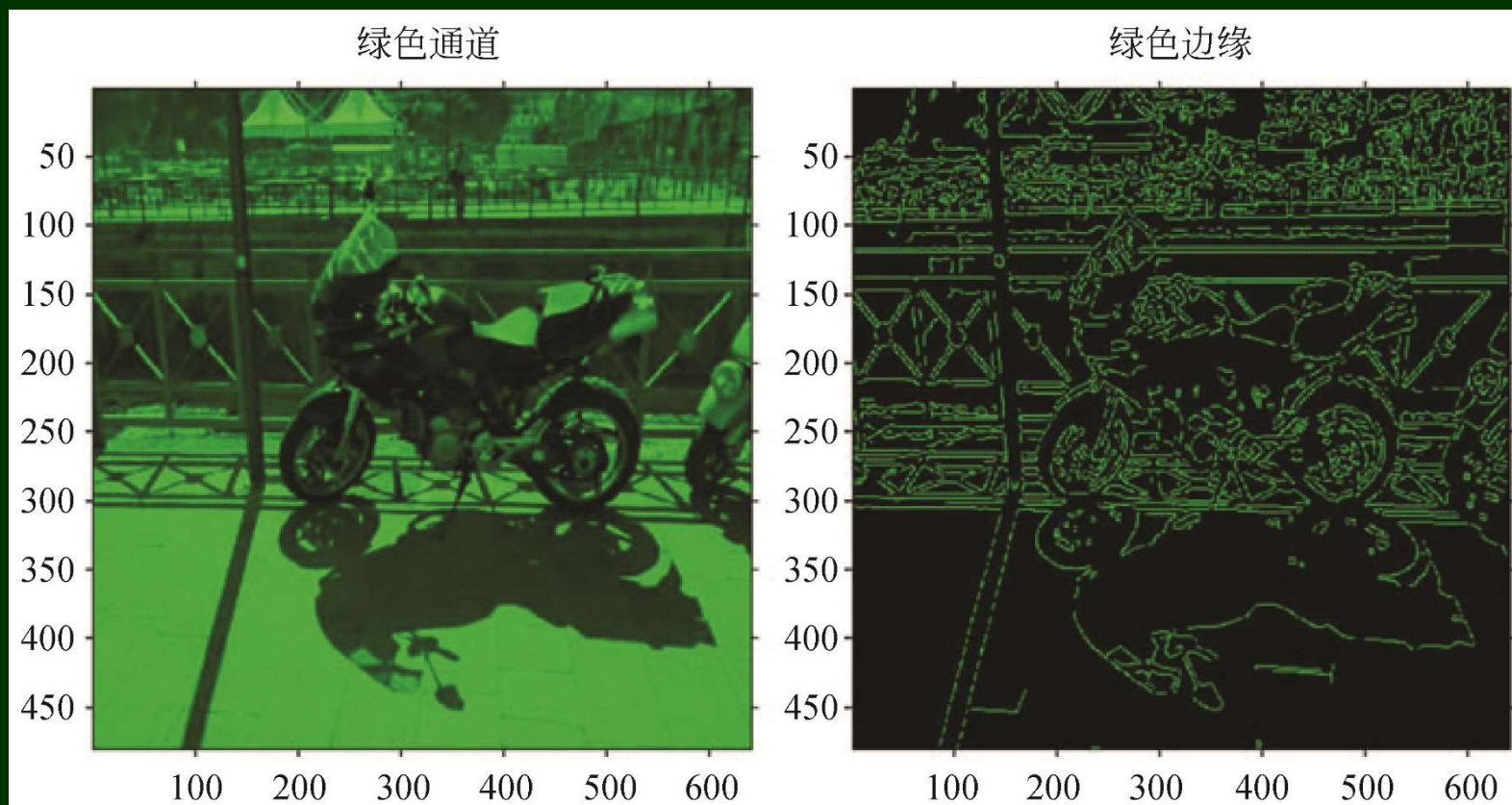
传统边缘检测算法
需要使用灰度图像





2.5 用边缘像素选择解释像素选择

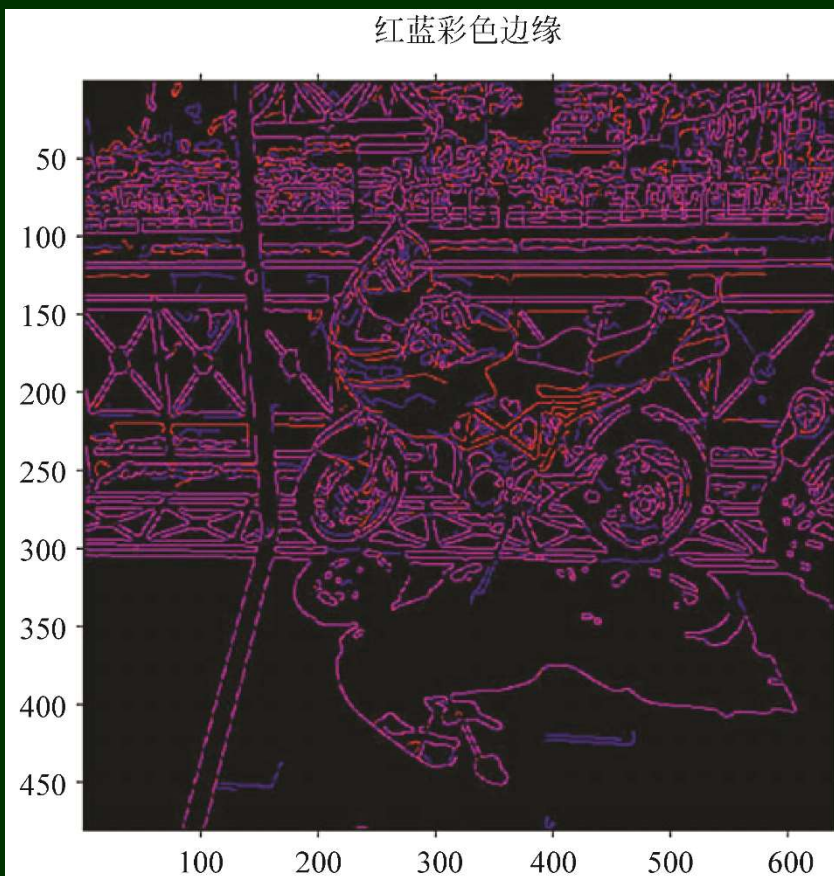
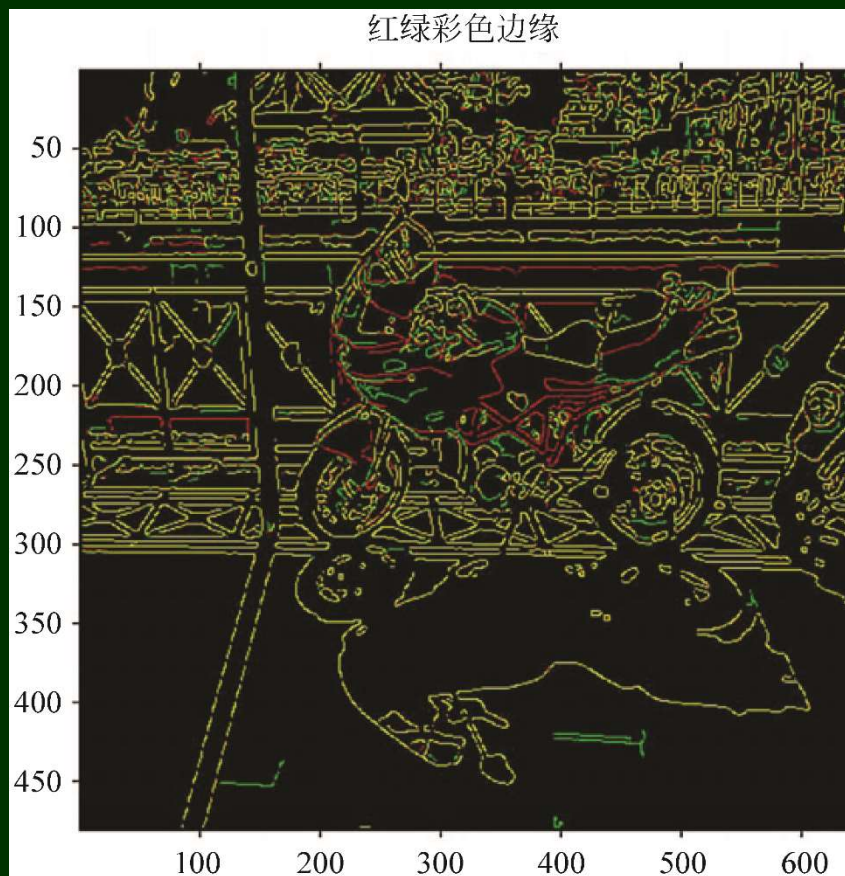
绿色通道和绿色边缘





2.5 用边缘像素选择解释像素选择

将彩色通道边缘像素结合到黑色图像上





2.6 基于函数修改图像像素值

使用各种函数以修改图像像素值

算法2.2: 基于对数的图像像素修改

```
>> gR=img(:, :, 1);      %选择红色通道像素  
>> imgR=log(double(gR)); %计算红色通道边缘像素强度的对数
```

彩色
子图像



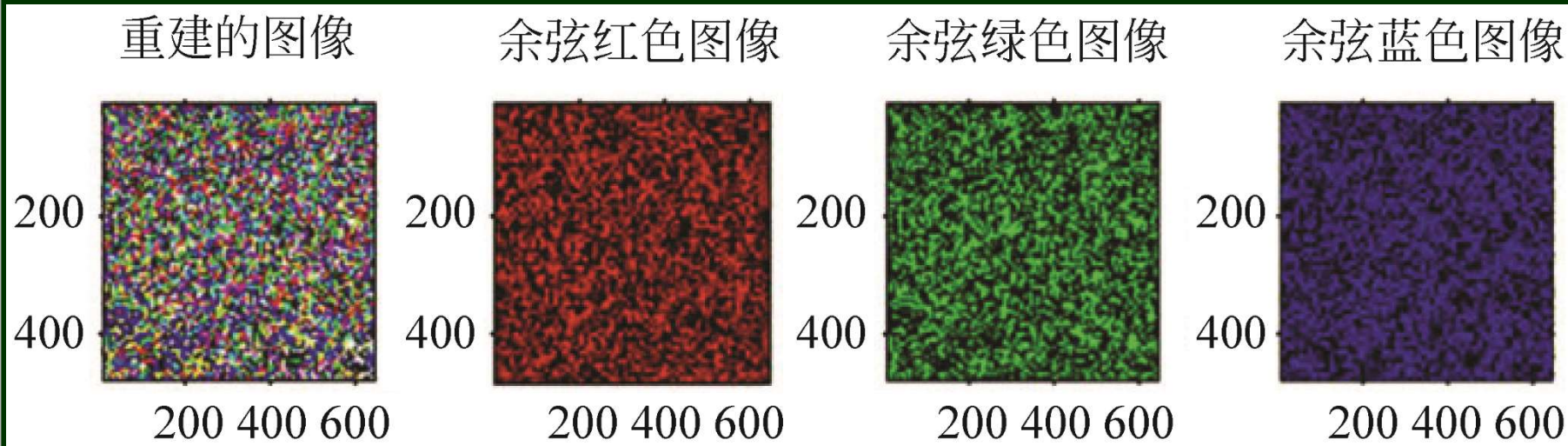
基于对数的
彩色子图像



2.6 基于函数修改图像像素值

计算每个彩色通道强度的余弦

提示：修改附录A.2.6小节中列表A.19的Matlab程序以获得所需的结果

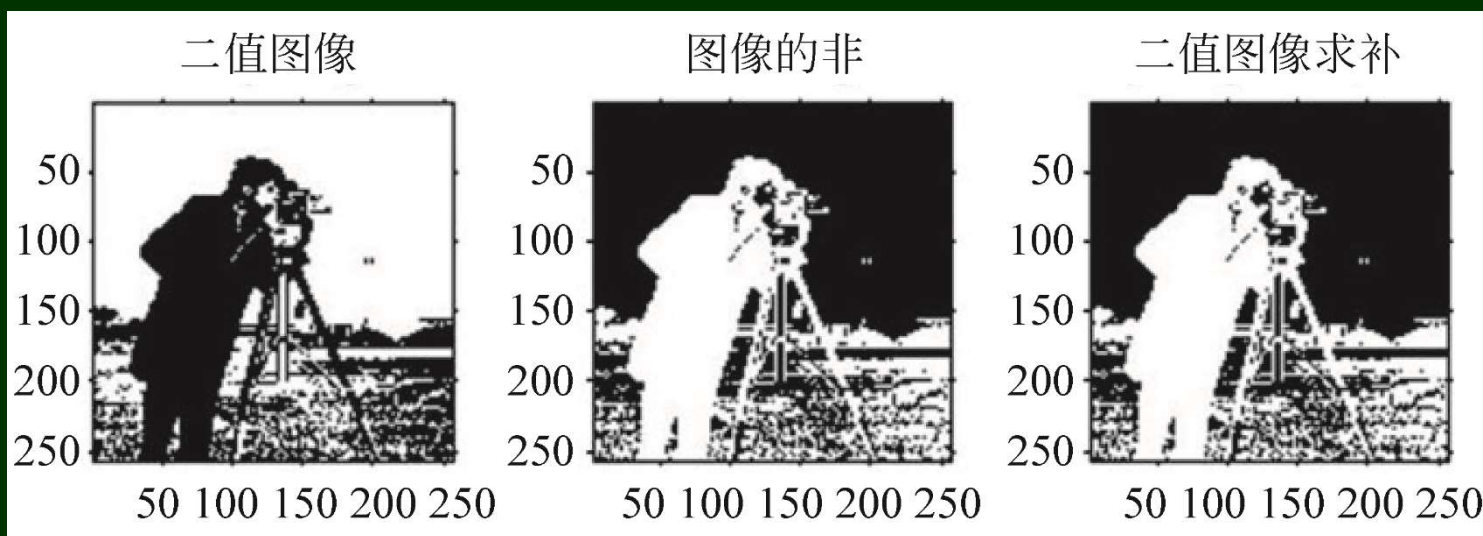




2.7 图像的逻辑操作

逻辑操作包括非、与、或、和异或

对于二值图像 g ， $\text{not}(g)$ 将背景（黑色）值更改为白色，将前景（白色）值更改为黑色。 $\text{not}(g)$ 产生与 $\text{imcomplement}(g)$ 相同的结果





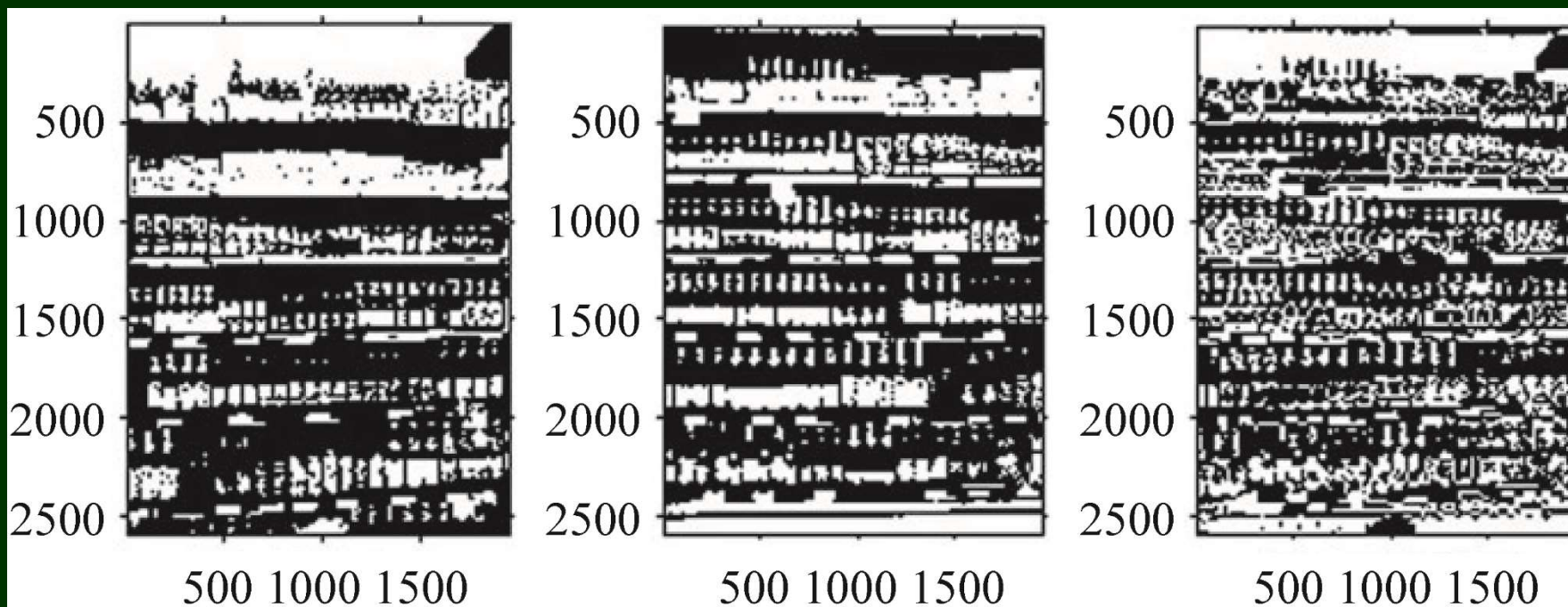
2.7 图像的逻辑操作

成对二值图像的XOR操作

将 f 二值化

将 g 二值化

XOR





2.8 从背景中提取前景

灰度和彩色图像可以转换为二值（黑白）图像，其中图像前景中的像素是黑色，背景中的像素是白色
可使用称为阈值化的技术来完成图像前景与背景的分离

阈值化方法的结果是二值图像

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } g(x,y) > th \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$



2.9 阈值化彩色通道的合并

对每个彩色通道中的像素强度进行阈值处理，然后在成对或所有三个阈值彩色通道的合并中试验所得彩色变化的结合

```
>> rbw=im2bw(C(:,:,r),rth); 阈值化的红色通道
```

```
>> rbw=im2bw(C(:,:,g),gth); 阈值化的绿色通道
```

```
>> rbw=im2bw(C(:,:,b),bth); 阈值化的蓝色通道
```

```
>> argb=and(and(rbw,gbw),bbw); 合并红色、绿色和蓝色通道
```



2.9 阈值化彩色通道的合并

微距摄影的彩色图像

微距镜头能够具有
大于1:1的再现率



`and(rbw,gbw)`



`and(gbw,bbw)`



`and(rbw,bbw)`



`and(and(rbw,gbw),bbw)`





2.10 增强图像的对比度

图像的动态范围等于最小和最大图像像素值之间的差异

通过改变图像的动态范围可以改善图像对比度

例如，可以通过将每个像素值用其对数替换来改变图像动态范围

$$g(x, y) = k \ln[1 + (e^\sigma - 1)g(x, y)]$$

假设像素值用8比特表示

$$k = \frac{255}{\ln[1 + \max(\mathbf{g})]}$$



2.11 伽马变换

伽马变换也称指数提升变换

一种压缩图像中动态强度范围的对数方法

设 I 表示数字图像， $I(x, y)$ 是位于 (x, y) 的像素， $k \in \mathbf{N}$ （自然数 $1, \dots, \infty$ ）， $g \in \mathbf{R}^+$ （正实数）

$$I(x, y) = k[I(x, y)^g]$$

常数 k 提供了缩放变换像素值的手段

$g > 1$: 以低值像素为代价增加高值像素值之间的对比度

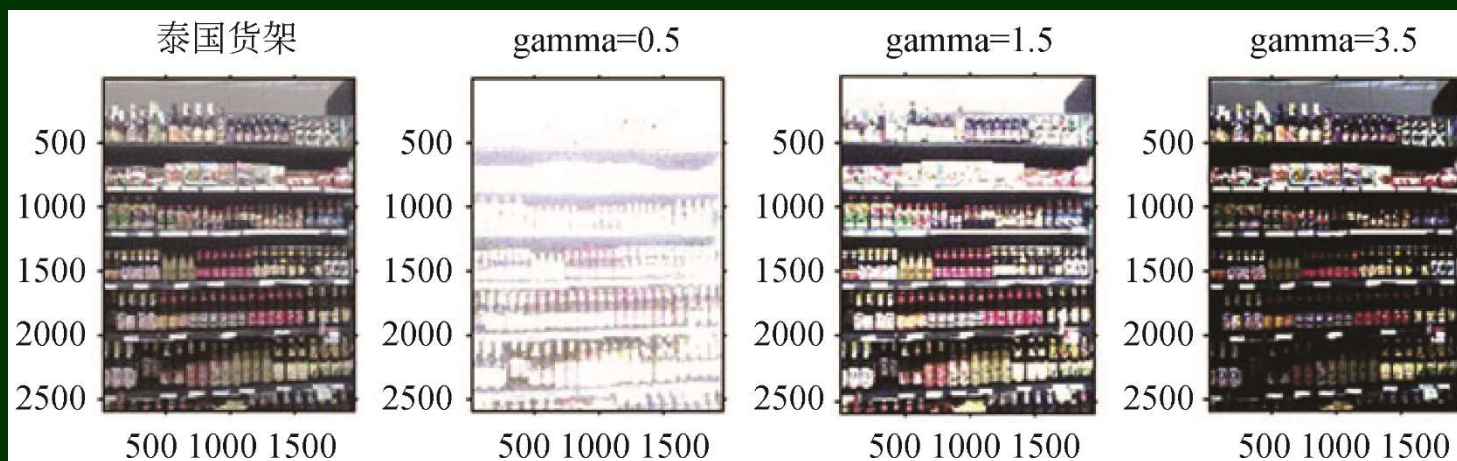
$g < 1$: 以低值像素为代价减少高值像素值之间的对比度



2.12 伽马校正

在显示器中，输入电压与输出强度之间存在非线性的关系。这个问题可以通过使用下式借助反伽马变换（也称为反幂规则变换）预处理图像强度来校正

$$g_{\text{out}} = \left(g_{\text{in}}^{1/\gamma} \right)^{\gamma+k}$$





译者（章毓晋）联系信息

- ✎ 通信地址：北京清华大学电子工程系
- ✎ 邮政编码：100084
- ✎ 办公地址：清华大学罗姆楼，6层305室
- ✎ 办公电话：(010) 62798540
- ✎ 传真号码：(010) 62770317
- ✎ 电子邮件：zhang-yj@tsinghua.edu.cn
- ✎ 个人主页：oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/
(下载更新的讲稿和教材修改表)