

# 数字图像处理

武汉理工大学 信息学院





# 第2章 数字图像处理的基础

(Basics Knowledge of Digital Image Processing)

2.1 人类的视觉感知系统  
(Visual System of Human Beings)

2.2 数字图像的基础知识  
(Basics of Digital Image)





## 2.1 人类的视觉感知系统 (Visual System of Human Beings)

- 视觉是人类最高级的感知器官，所以，毫无疑问图像在人类感知中扮演着重要角色。
- 然而人类感知只限于电磁波谱的视觉波段，成像机器则可以覆盖几乎全部电磁波谱。
- 研究图像处理首先要了解人类的视觉感知系统。





## 2.1.1 视觉系统的基本构造 (Basic Structure of Visual System)

### ■ 基本构造

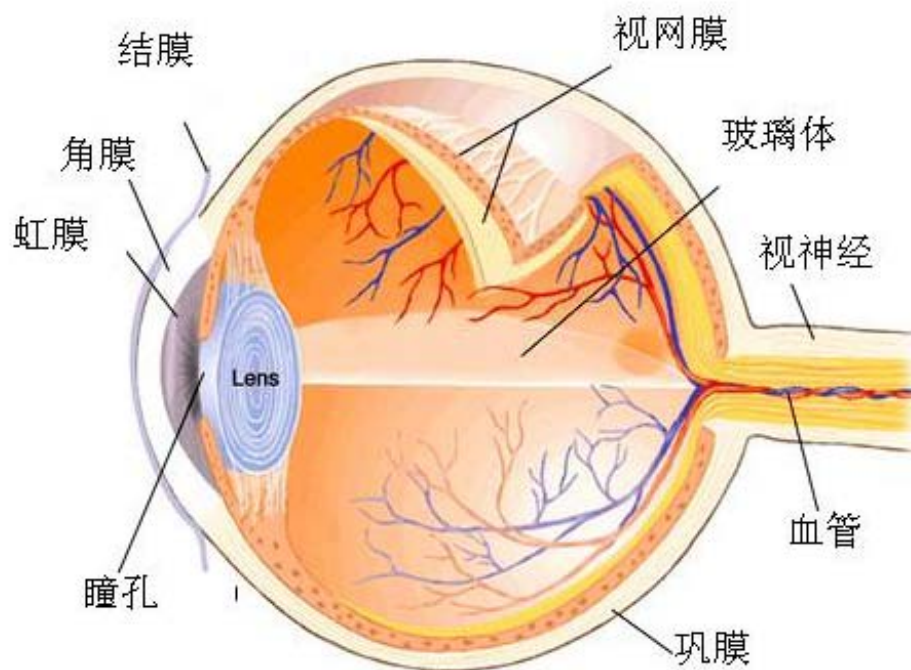


图2.1 人眼横截面简图





## ■ 眼睛中图像的形成

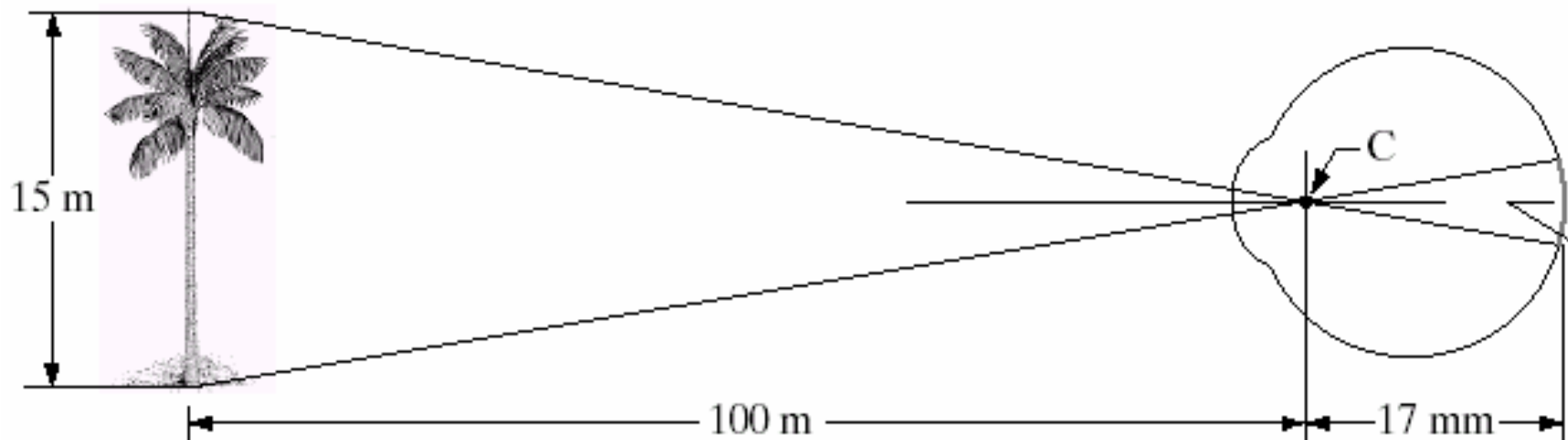


图2.2图像形成示意图



## ■ 视觉过程

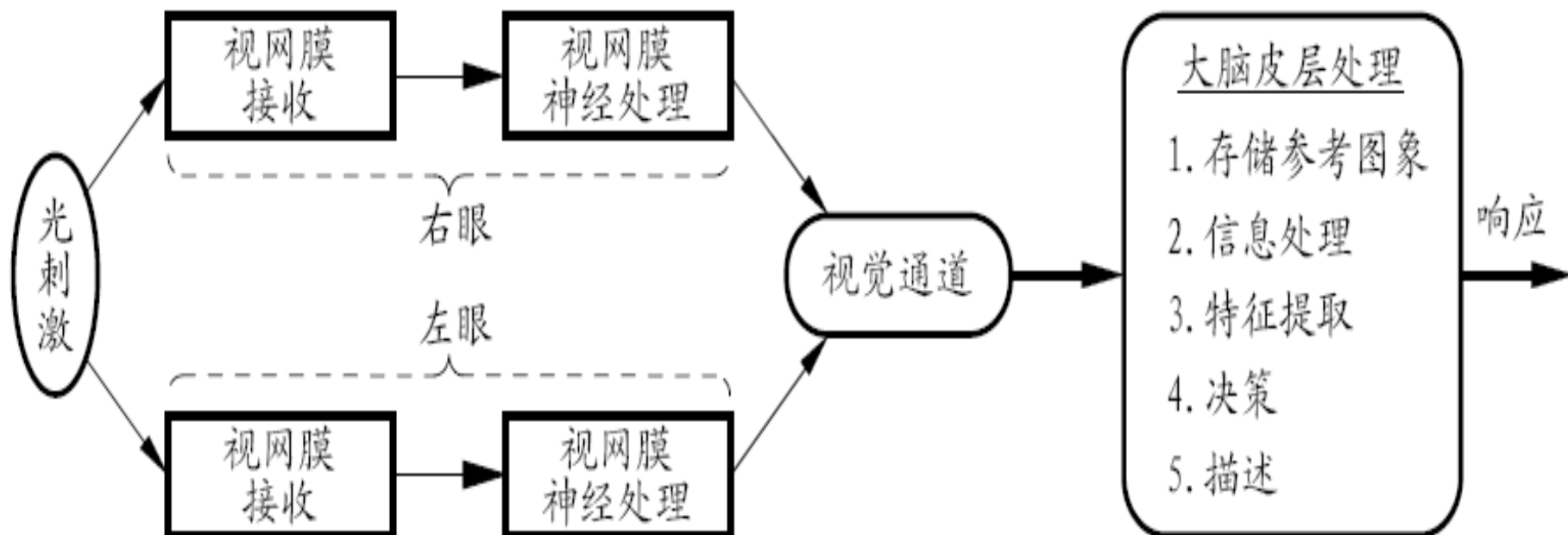


图2.3人的视觉过程的流图



## 2.1.2 亮度适应和鉴别 (Intensity Adaption and Identification)

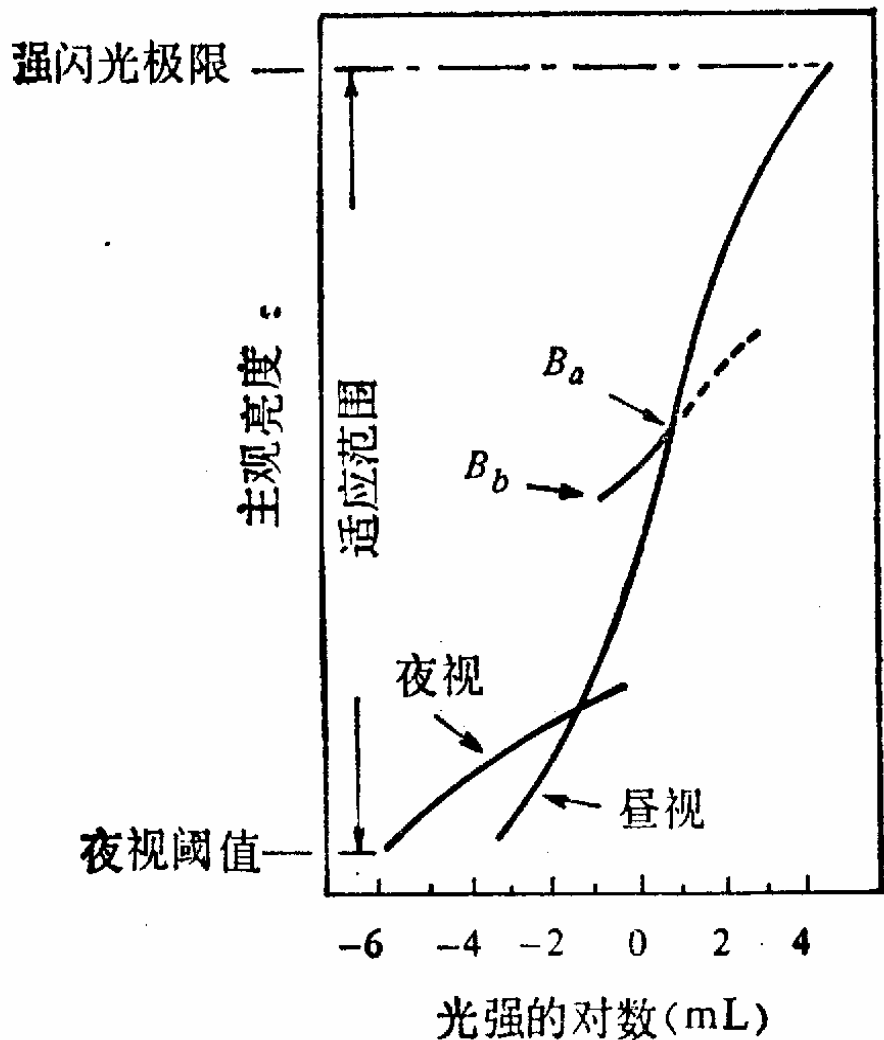


图 光强度与主观亮度的关系曲线





# Basic experimental setup used to characterize brightness discrimination

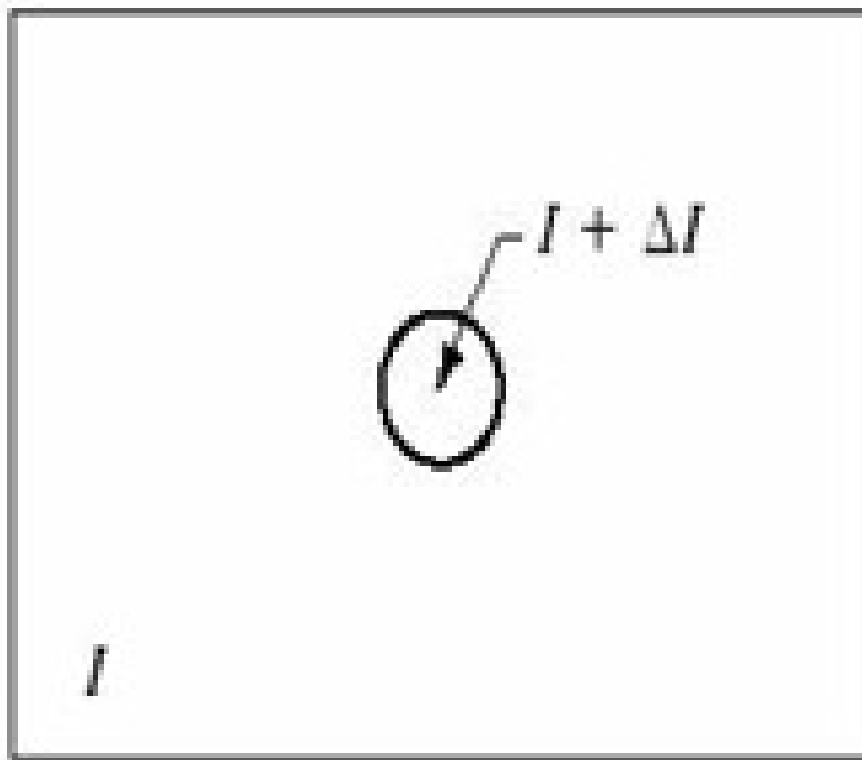


图2.5用于描述亮度辨别特性的基本实验







# Typical Weber ratio as a function of intensity

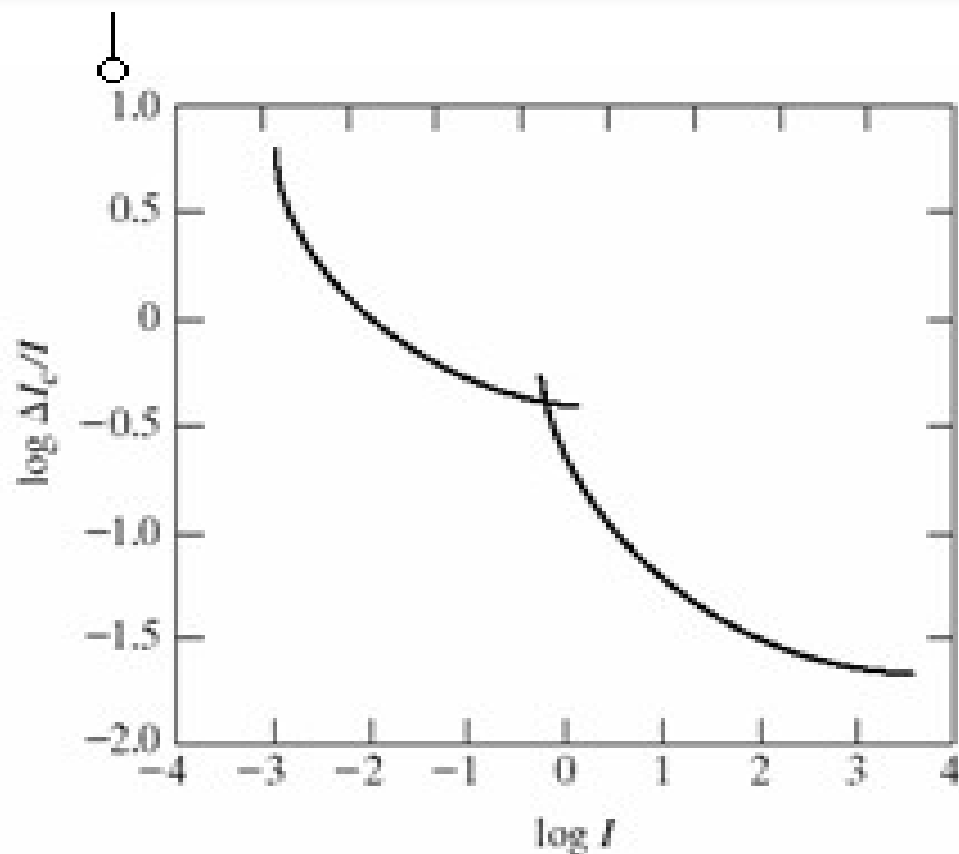


图2.6作为强度函数的典型韦伯比





An example showing that perceived brightness is not a simple function of intensity.

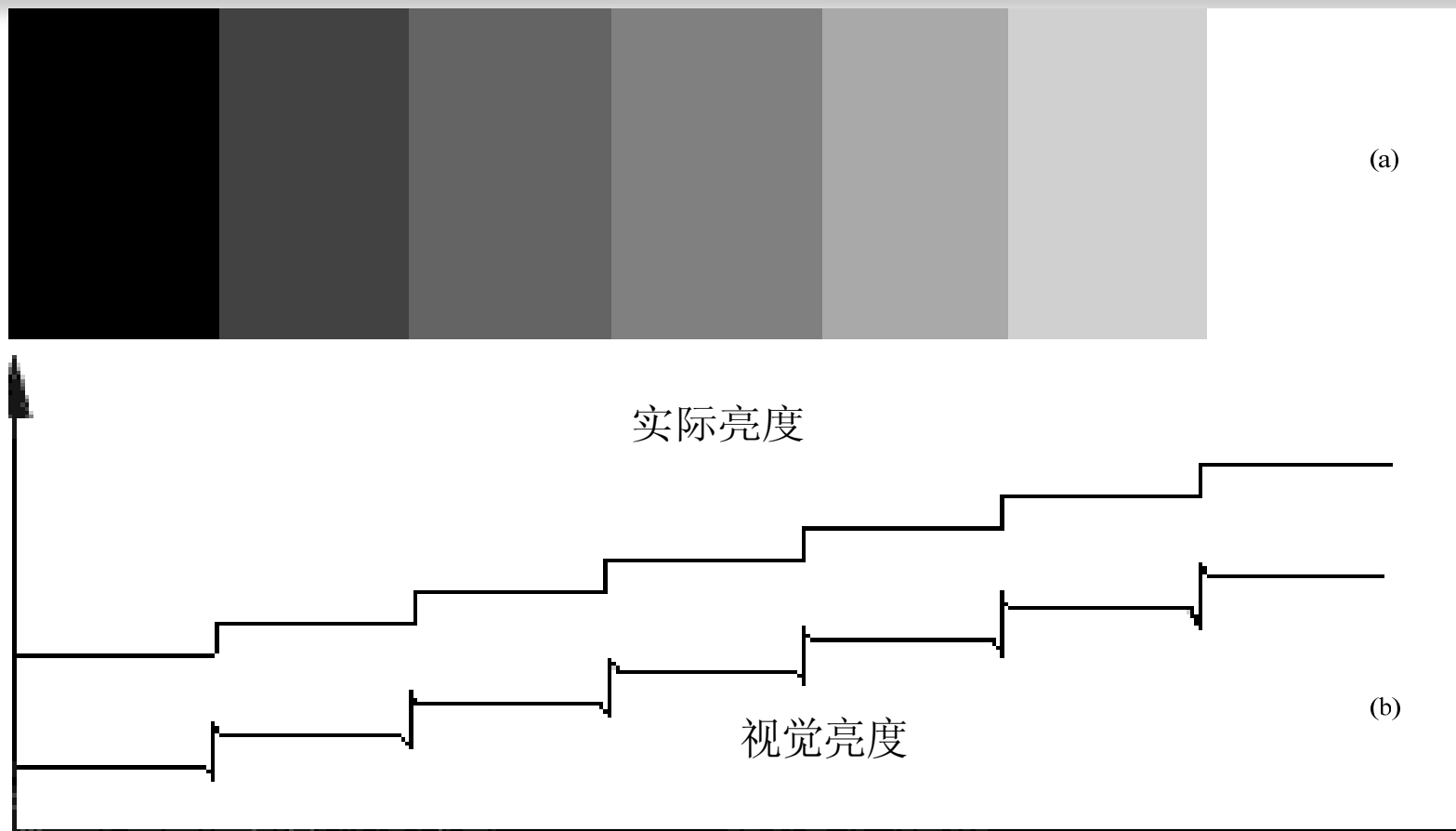


图2.7马赫带效应示意图





# Examples of simultaneous contrast.

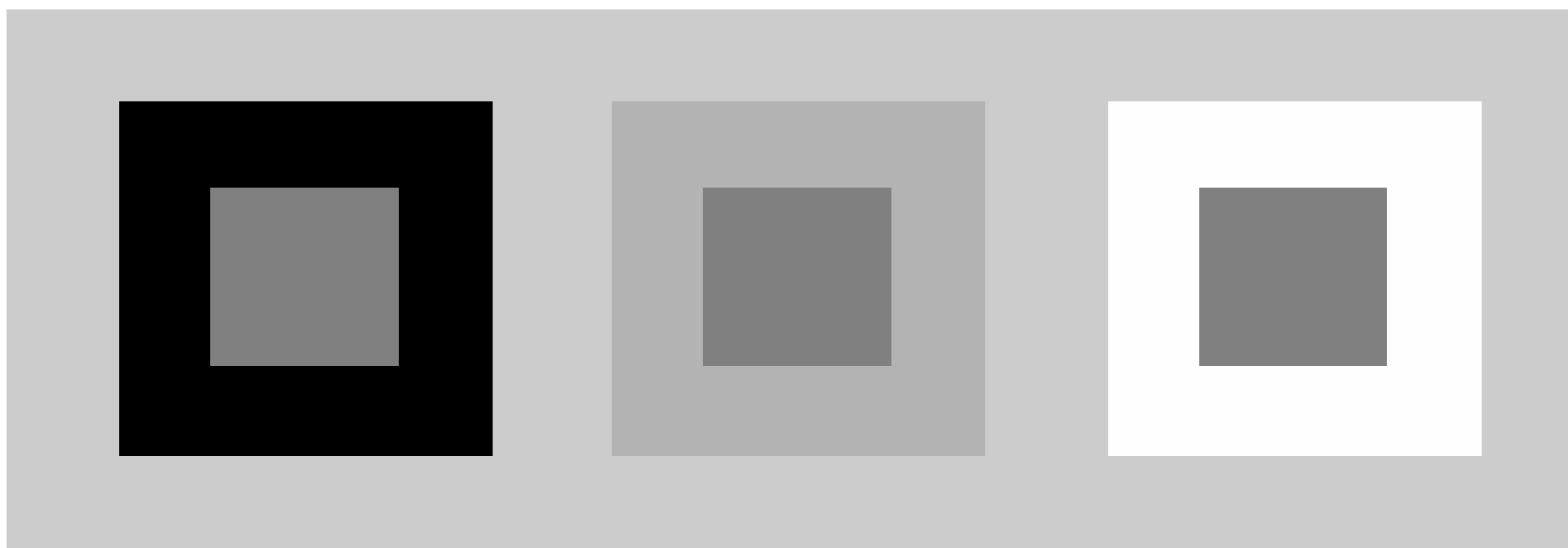


图2.8同时对比现象示意图

**All the inner squares have the same intensity, but they appear progressively darker as the background becomes lighter.**





# Some well-know optical illusions



图2.9视觉错觉图例(a)





# optical illusions



图2.9视觉错觉图例(b)



# optical illusions

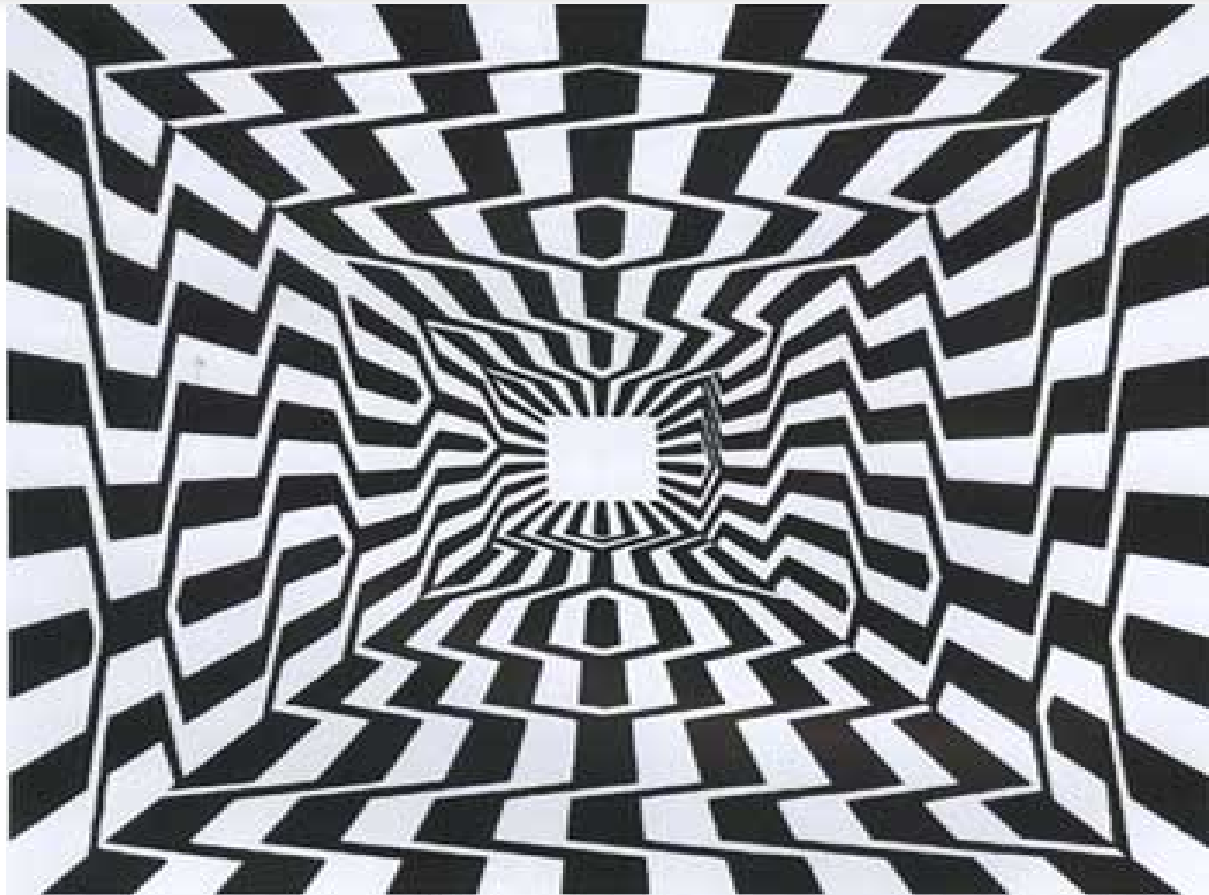


图2.9视觉错觉图例(c)





## 2.2.1 图像的数字化及表达

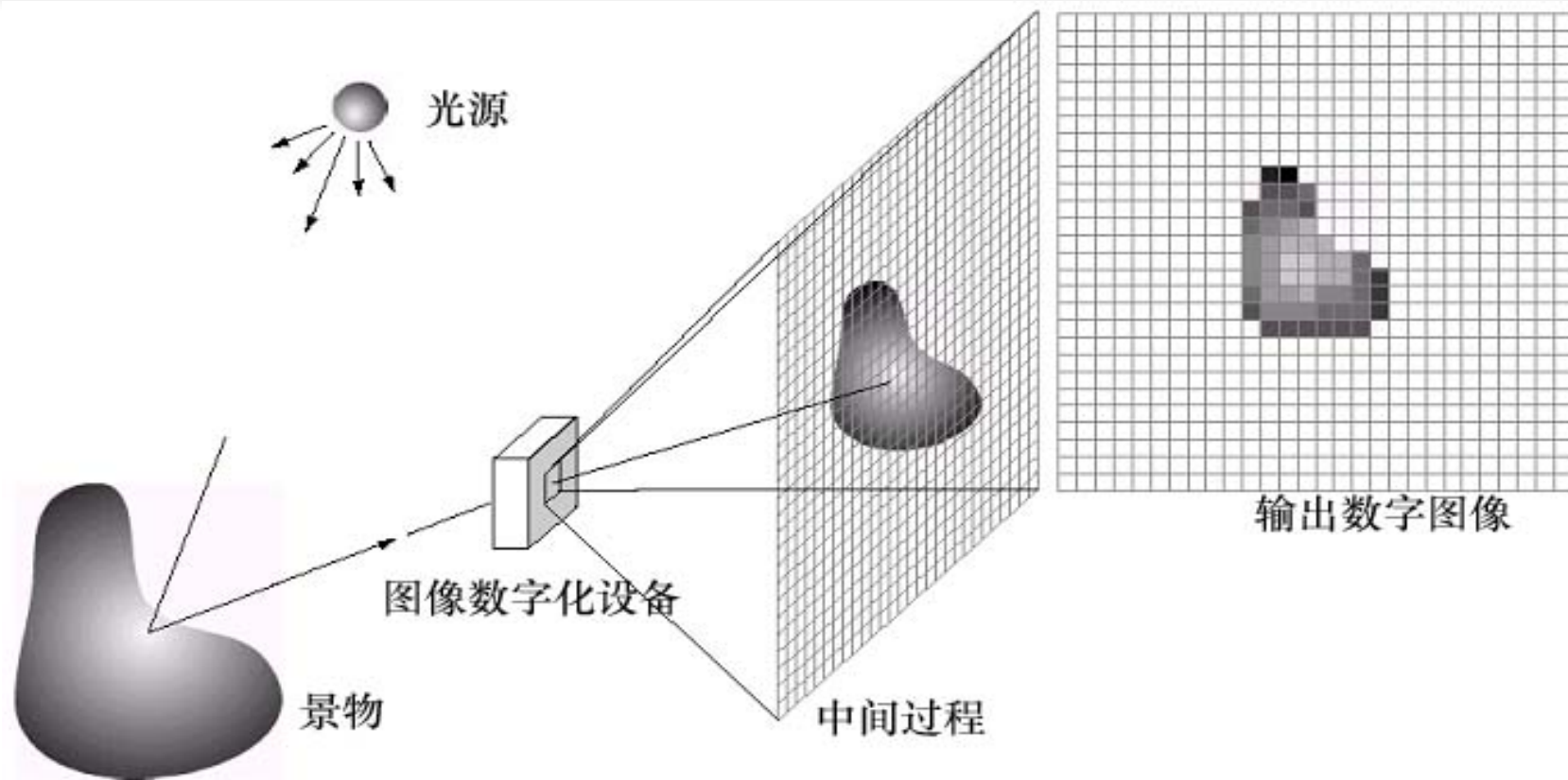
### (Image Digitalization and Representation)

- 图像有单色与彩色、平面与立体、静止与动态、自发光与反射（透射）等区别
- 任一幅图像，根据它的光强度(亮度、密度或灰度)的空间分布，均可以用下面的函数形式来表达。

$$I = f(x, y, z, \lambda, t)$$



# An example of the digital image acquisition process



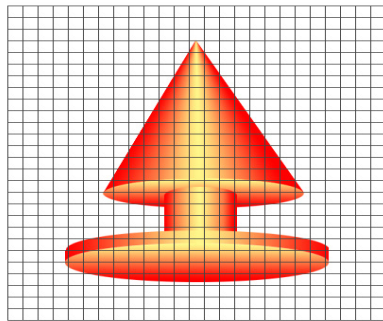
## 2.10 图像数字化







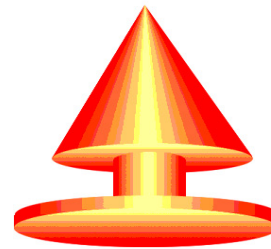
# Sampling and Quantization



(a) 原图像



(b) 取样



(c) 量化



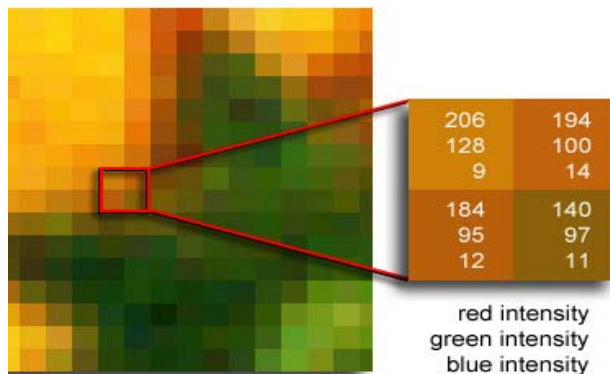
(d) 取样和量  
化

## 2.11 图像的采样和量化

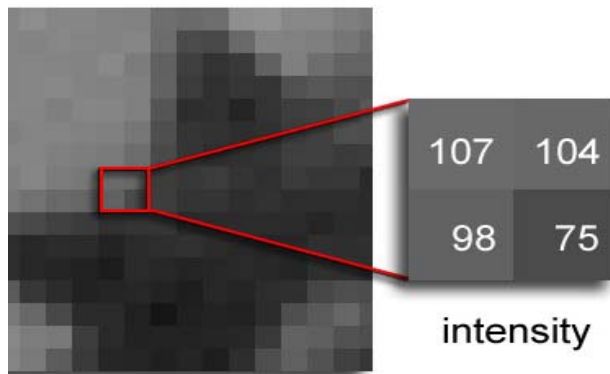
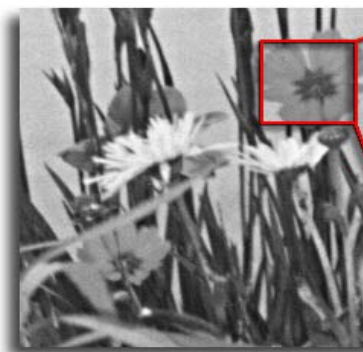




Color images have 3 values per pixel;  
monochrome images have 1 value per pixel.



红，绿，  
蓝三分量



强度  
分量

## 2.12 彩色图像和单色图像





# matrix

- 数字图像可以用矩阵的形式表示为:

$$I = I[x, y] = \begin{bmatrix} i_{0,0} & i_{0,1} & \cdots & i_{0,N-1} \\ i_{1,0} & i_{1,1} & \cdots & i_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ i_{M-1,0} & i_{M-1,1} & \cdots & i_{M-1,N-1} \end{bmatrix}$$





## 2.2.2 图像的获取 (Image Acquisition)

- 图像获取即图像的数字化的过程，包括扫描、采样和量化。
- 图像获取设备由**5**个部分组成：采样孔，扫描机构，光传感器，量化器和输出存储体。
- 关键技术有：采样——成像技术；量化——模数转换技术。





# Sampling

- 图像的采样

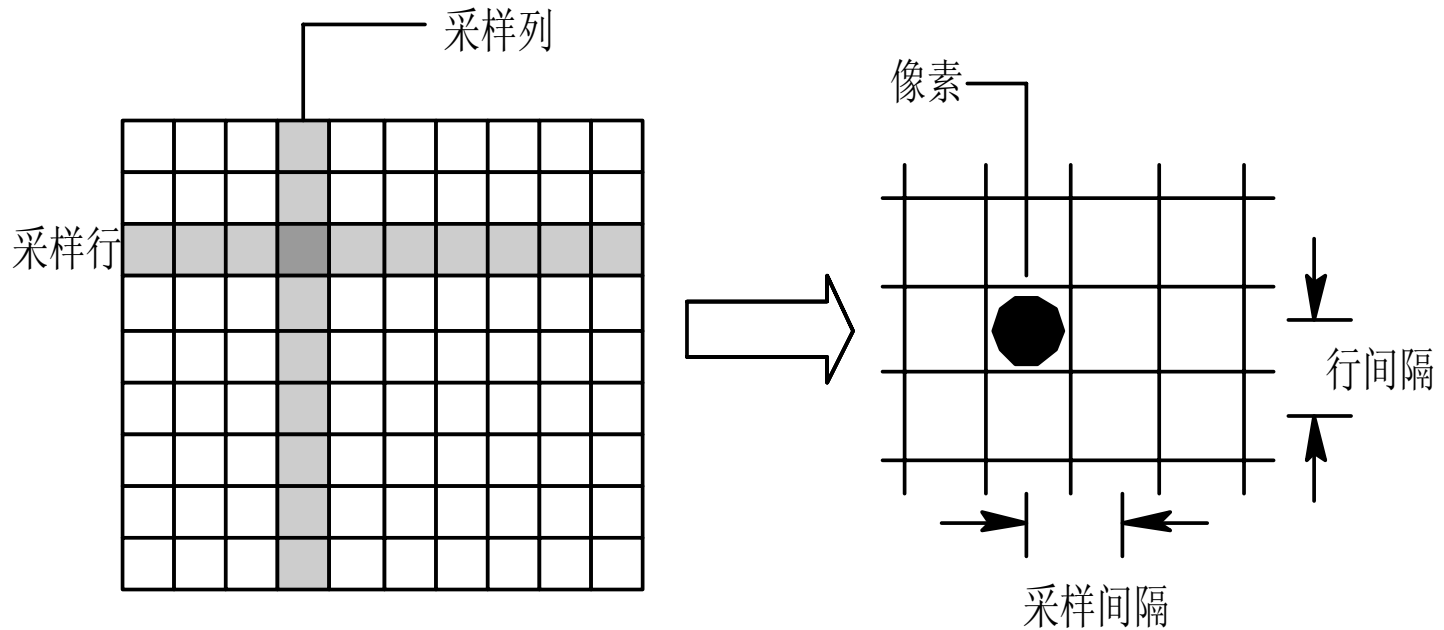
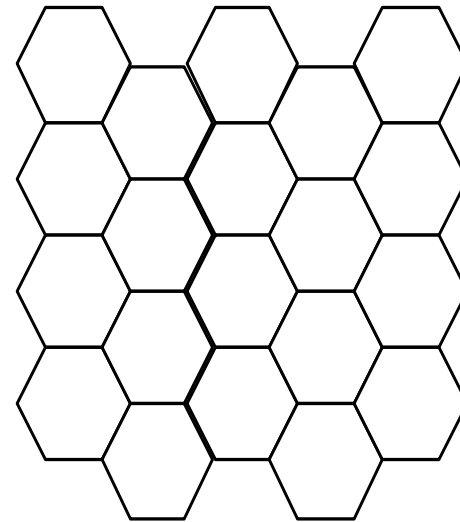
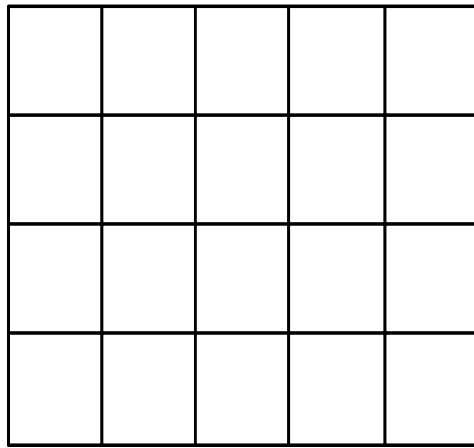


图2.13 采样示意图





(a) 正方形网格      (b) 正六角形网格

图2.14 采样网格





- 在抽样时，若横向的像素数（列数）为**M**，纵向的像素数（行数）为**N**，则图像总像素数为**M\*N**个像素。
- 一般来说，采样间隔越大，所得图像像素数越少，空间分辨率低，质量差，严重时出现马赛克效应；
- 采样间隔越小，所得图像像素数越多，空间分辨率高，图像质量好，但数据量大。





# Sampling

## ■ 图像的采样

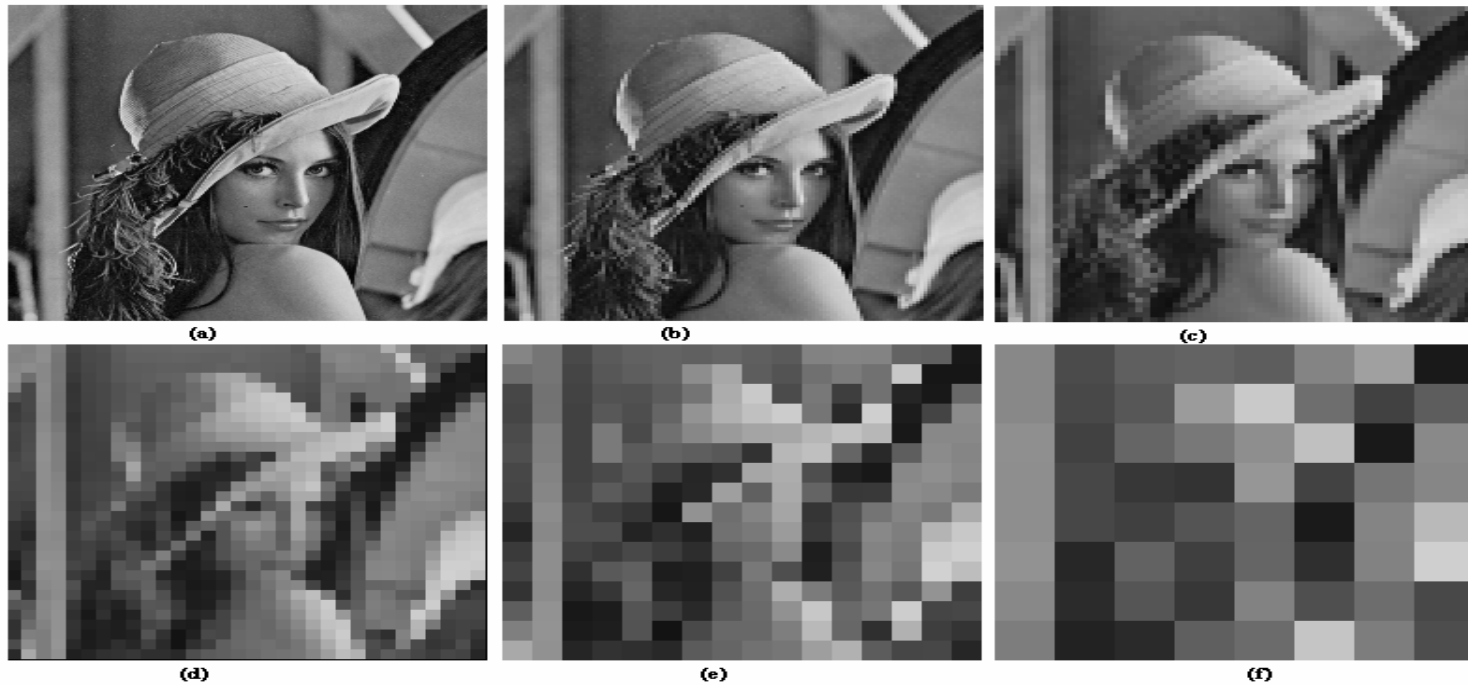


图2.15图像的采样示例







# Quantization

## ■ 图像的量化



图2.16图像的量化示例





- 量化等级越多，所得图像层次越丰富，灰度分辨率高，图像质量好，但数据量大；
- 量化等级越少，图像层次欠丰富，灰度分辨率低，会出现假轮廓现象，图像质量变差，但数据量小。





## 2.2.3 像素间的基本关系 (Basic Relationships between Pixels)

### ■ 邻域

设为位于坐标处的一个像素

$(x+1,y)$        $(x-1,y)$        $(x,y+1)$        $(x,y-1)$

组成的4邻域，用  $N_4(P)$ 表示。

$(x+1,y+1)$        $(x+1,y-1)$        $(x-1,y+1)$        $(x-1,y-1)$

像素集用  $N_D(P)$ 表示

$N_D(P)$ 和 $N_4(P)$ 合起来称为  $P$ 的8邻域，用  $N_8(P)$ 表示。





## ■ 连通性

为了确定两个像素是否连通，必须确定它们是否相邻及它们的灰度是否满足特定的相似性准则（或者说，它们的灰度值是否相等）。





令 $V$ 是用于定义邻接性的灰度值集合。

考虑三种类型的邻接性：

- (a) 4邻接：如果 $q$ 在  $N_4(p)$ 集中，具有 $v$ 中数值的两个像素 $p$ 和 $q$ 是4邻接的。
- (b) 8邻接：如果 $q$ 在  $N_8(p)$ 集中，则具有中数值的两个像素 $p$ 和 $q$ 是8邻接的。
- (c)  $m$ 邻接（混合邻接）：如果（ i ）  $q$ 在  $N_4(p)$  集中，或者（ ii ）  $q$ 在  $N_4(p)$ 中且集合  $N_4(p) \cap N_4(q)$  没有 $v$ 值的像素。则具有 $v$ 值的像素 $p$ 和 $q$ 是邻接的。





## ■ 距离

像素之间的联系常与像素在空间的接近程度有关。像素在空间的接近程度可以用像素之间的距离来度量。为测量距离需要定义距离度量函数。给定  $p, q, r$  三个像素，其坐标分别为  $(x, y), (s, t), (u, v)$  如果

- 1)  $D(p, q) \geq 0$  ( $D(p, q) = 0$  当且仅当  $p = q$ )
- 2)  $D(p, q) = D(q, p)$
- 3)  $D(p, r) \leq D(p, q) + D(q, r)$  则  $D$  是距离函数或度量。





$p$  和  $q$  之间的欧式距离定义为:

$$D_e(p, q) = \sqrt{(x-s)^2 + (y-t)^2}$$

$p$  和  $q$  之间的  $D_4$  距离 (也叫城市街区距离) 定义为:  
为:  $D_4(p, q) = |x-s| + |y-t|$

$p$  和  $q$  之间的  $D_8$  距离 (也叫棋盘距离) 定义为:  
 $D_8(p, q) = \max(|x-s|, |y-t|)$



## ■ 图像的分类

图像有许多种分类方法，按照图像的动态特性，可以分为静止图像和运动图像；按照图像的色彩，可以分为灰度图像和彩色图像；按照图像的维数，可分为二维图像，三维图像和多维图像。







## ■ 位图

位图是通过许多像素点表示一幅图像，每个像素具有颜色属性和位置属性。

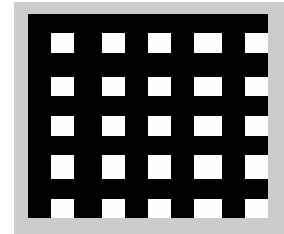
位图分成如下四种：二值图像 (binary images)、亮度图像 (intensity images)、索引图像 (indexed images) 和 RGB 图像 (RGB images)。





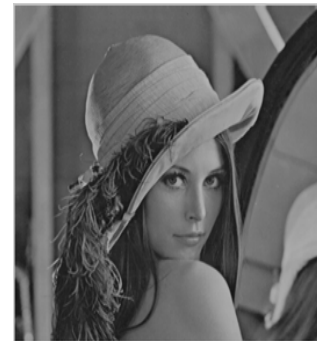
## 1. 二值图像 (binary images)

二值图像只有黑白两种颜色，一个像素仅占1，0表示黑，1表示白，或相反。



## ■ 2. 亮度图像(intensity images)

在亮度图像中，像素灰度级用8 表示，所以每个像素都是介于黑色和白色之间的256 (=256) 种灰度中的一种。





### ■ 3. 索引图像(indexed images)

颜色是预先定义的（索引颜色）。索引颜色的图像最多只能显示256种颜色。



### ■ 4. RGB图像(RGB images)。

“真彩色”是RGB颜色的另一种叫法。在真彩色图像中，每一个像素由红、绿和蓝三个字节组成，每个字节为8，表示0到255之间的不同的亮度值，这三个字节组合可以产生1670万种不同的颜色。



Thank You!