

# 关于图像数字化处 理

# 主要内容

- 3.1 图像的数字化
- 3.2 数字图像类型及图像文件的格式
- 3.3 图像质量的评价
- 3.4 数字图像处理算法的形式
- 3.5 图像的特征
- 3.6 图像噪声

## 3.1 图像的数字化

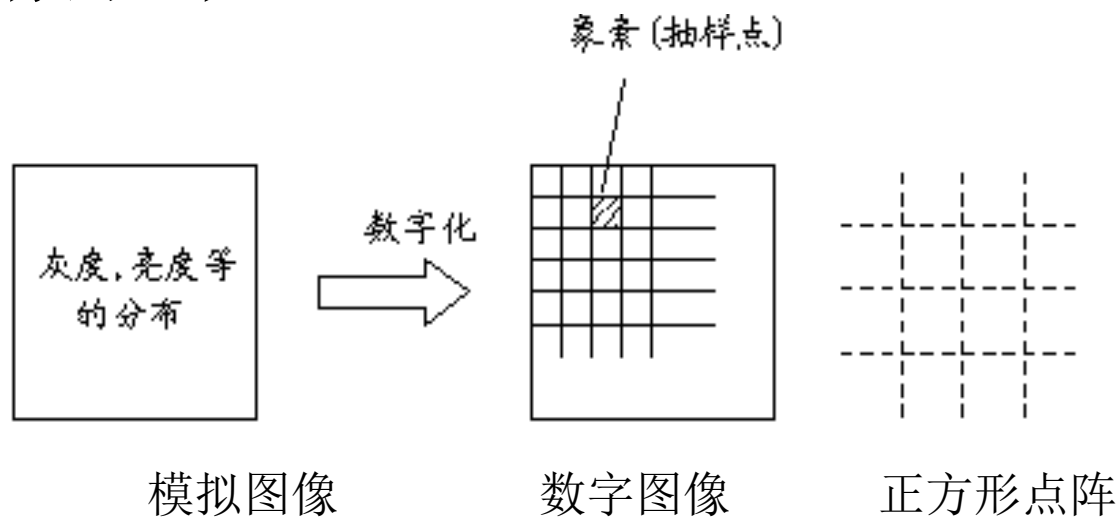
### 3.1.1 图像的数字化技术

### 3.1.2 数字图像的描述

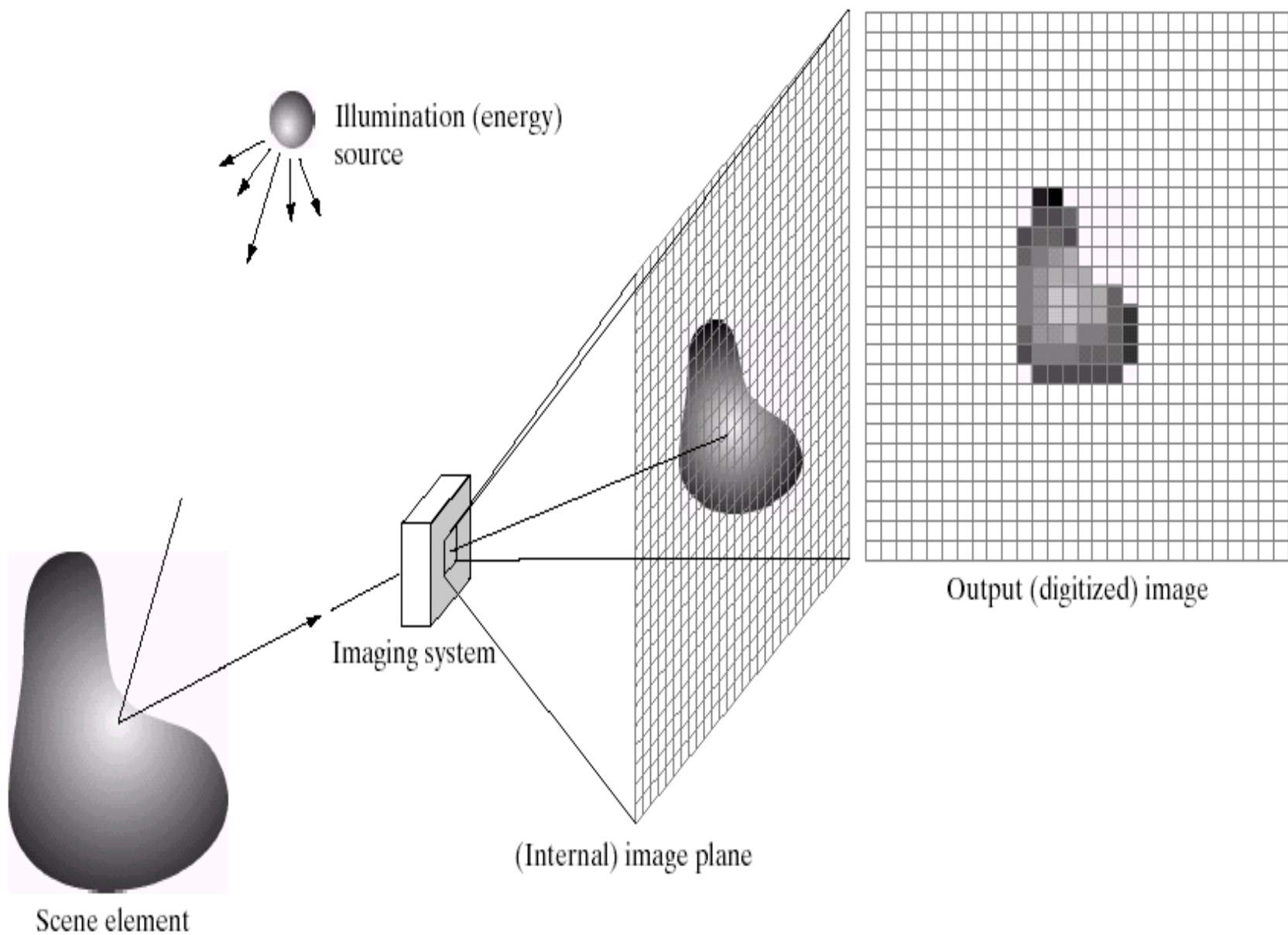
### 3.1.3 图像的数字化设备

## 3.1.1 图像的数字化技术

- **图像数字化:** 将一幅画面转化成计算机能处理的形式——数字图像的过程。



具体来说，就是把一幅图画分割成一个个小区域（像元或像素），并将各小区域灰度用整数来表示，形成一幅数字图像。它包括**扫描**、**采样**、**量化**三个过程。小区域的位置和灰度就是像素的属性。



- **扫描**

- 对一幅图像内给定位置的寻址
  - 把图像划分为矩形网格，即光栅
  - 扫描的最小单元为像素

- **采样**

- 在一幅图像的每个像素位置上测量灰度值
  - 传感元件将光亮度转化为电压值
  - 对图像信号的定义域离散化

- **量化**

- 将测量的灰度值用整数表示
  - 通过模数转化器实现
  - 对图像信号的值域离散化

设连续图像 $f(x, y)$ 经数字化后，可以用一个离散量组成的矩阵 $g(i, j)$  (即二维数组) 来表示。

$$g(i, j) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \text{L} & f(0,n-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \text{L} & f(1,n-1) \\ \text{M} & \text{M} & & \text{M} \\ f(m-1,0) & f(m-1,1) & \text{L} & f(m-1,n-1) \end{bmatrix}$$

- 由于 $g(i, j)$ 代表该点图像的光强度，而光是能量的一种形式，故 $g(i, j)$ 必须大于零，且为有限值，即： $0 < g(i, j) < \infty$
- 数字化采样一般是按**正方形点阵**取样的，除此之外还有三角形点阵、正六角形点阵取样
- 以上是用 $g(i, j)$ 的数值来表示 $(i, j)$ 位置点上灰度级值的大小，即只反映了黑白灰度的关系，如果是一幅**彩色图像**，各点的数值还应当反映色彩的变化，可用 $g(i, j, \lambda)$ 表示，其中 $\lambda$ 是波长。如果图像是**运动的**，还应是时间 $t$ 的函数，即可表示为 $g(i, j, \lambda, t)$

# 图像的采样

- 将空间上连续的图像变换成离散点的操作称为采样。也就是用空间上部分点的灰度值代表图像，这些点称为采样点。
- 由于图像是一种二维分布的信息，为了对它进行采样操作，需要先将二维信号变成一维信号，再对一维信号完成采样。
- 具体做法：
  - 沿垂直方向按一定间隔从上到下顺序地沿水平方向直线扫描，取出各水平线上灰度值的一维扫描——垂直方向采样
  - 对一维扫描线信号按一定间隔采样得到离散信号——水平方向采样
  - 对于运动图像（即时间域上连续的图像）则先在时间轴上采样。——时间采样

重要参数：采样间隔和采样孔的大小

**注意：采样间隔的选取。采样间隔取得不合适除了画面出现马赛克之外，还会发生频率的混叠现象。**



# 量 化

- 模拟图像经过采样后，在时间和空间上离散化为像素。但采样所得的像素值（即灰度值）仍是连续量。把采样后所得到的各像素的灰度值从模拟量到离散量的转换称为图像灰度的量化。
- 连续灰度值量化为灰度级的方法有两种：
  - 等间隔量化：简单的把采样值的灰度范围等间隔地分割并进行量化，对于像素灰度值在黑—白范围较均匀分布的图像，这种量化方法可以得到较小的量化误差——均匀量化或线性量化
  - 非均匀量化：依据一副图像具体的灰度值分布的概率密度函数，按总的量化误差最小的原则进行量化。具体做法是对图像中像素灰度值频繁出现的灰度值范围，量化间隔取小一些，而对那些像素灰度值极少出现的范围，则量化间隔取大一些。

# 采样与量化参数的选择

- 一副图像在采样时，行、列的采样点与量化时每个像素量化的级数，既影响数字图像的质量，也影响到该数字图像数据量的大小。假定图像取 $M \times N$ 个样点，每个像素量化后的灰度二进制位数为 $K$ ，一般量化级数 $Q$ 总是取为2的整数幂，即 $Q=2^K$ ，则存储一幅数字图像所需的二进制位数 $b$ 为：

$$b = M \times N \times K$$

字节数 $B$ 为：

$$B = M \times N \times K / 8$$

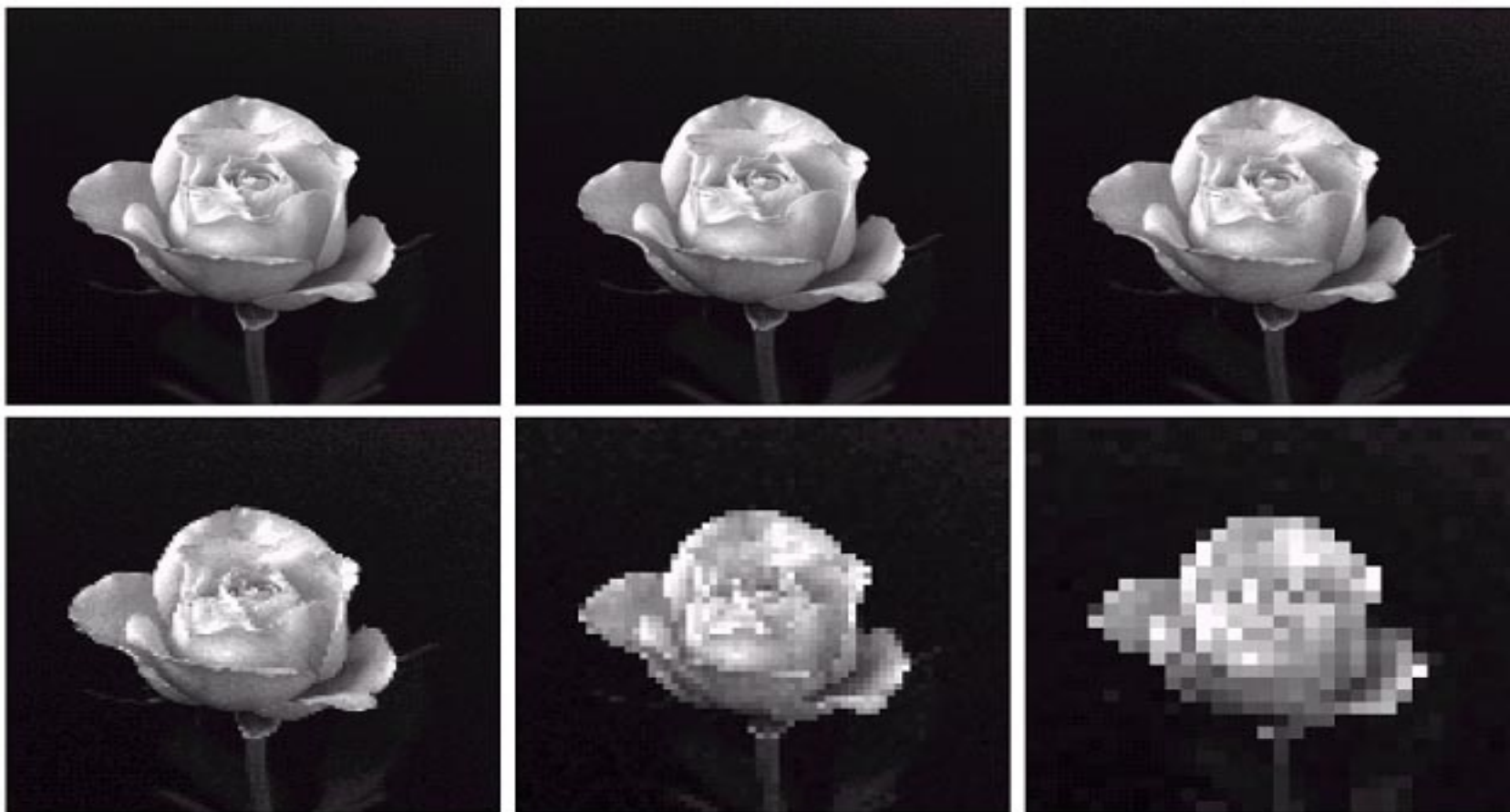
对一幅图像，当量化级数 $Q$ 一定时，采样点数 $M \times N$ 对图像质量有着显著的影响。采样点数越多，图像质量越好，当采样点数减少的时候，图上的块状效应就逐渐明显。

同理，当图像的采样点数一定时，采用不同量化技术的图像质量也不一样。量化级数越多，图像质量越好，当量化级数越少时，图像质量越差，量化技术最小的极端情况就是二值图像，图像出现伪轮廓。

# 低bit量化的伪轮廓现象示意图



# 不同采样点数对图像质量的影响



# 不同量化级别对图像质量的影响

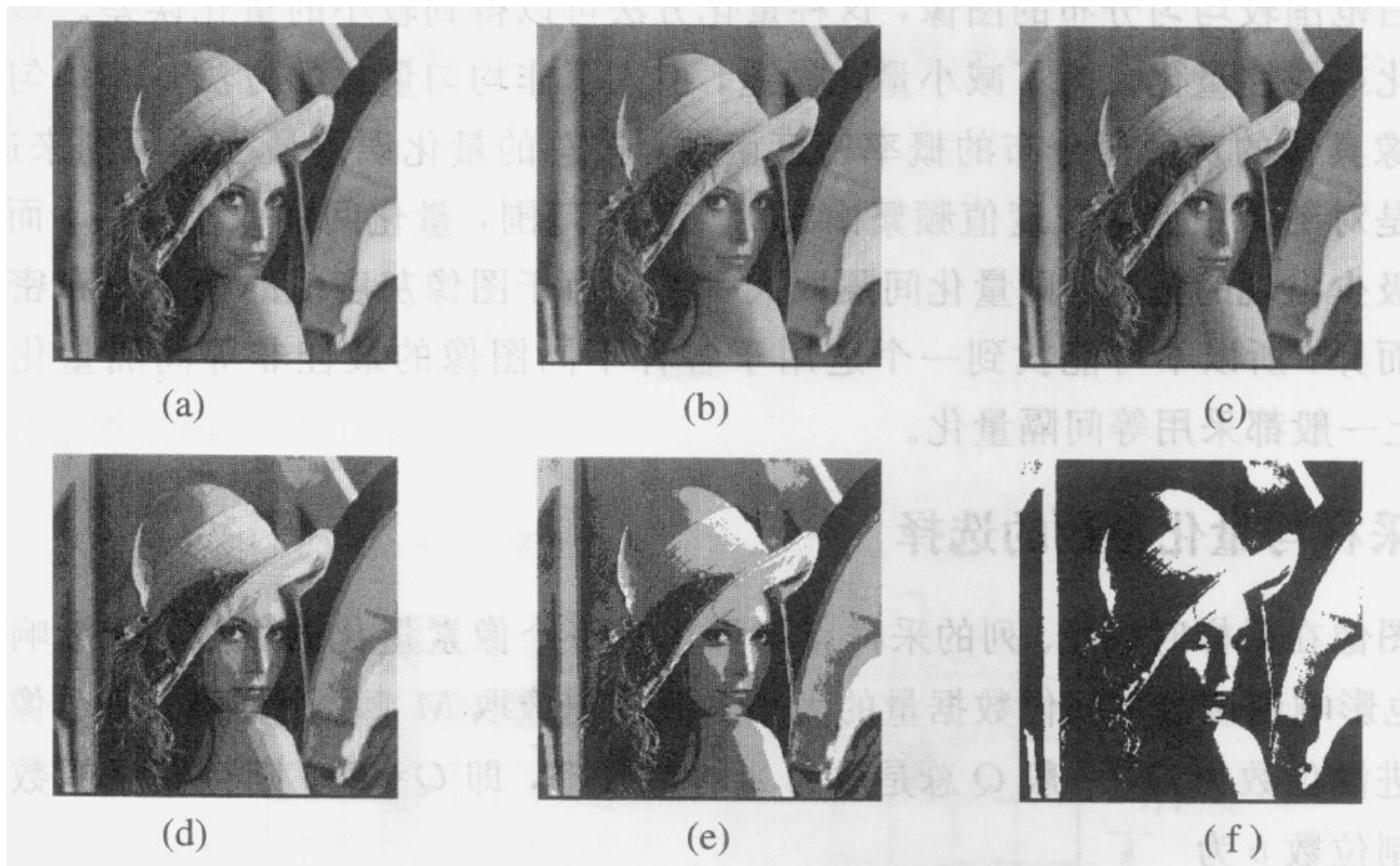


图2-5 不同量化级别对图像质量的影响

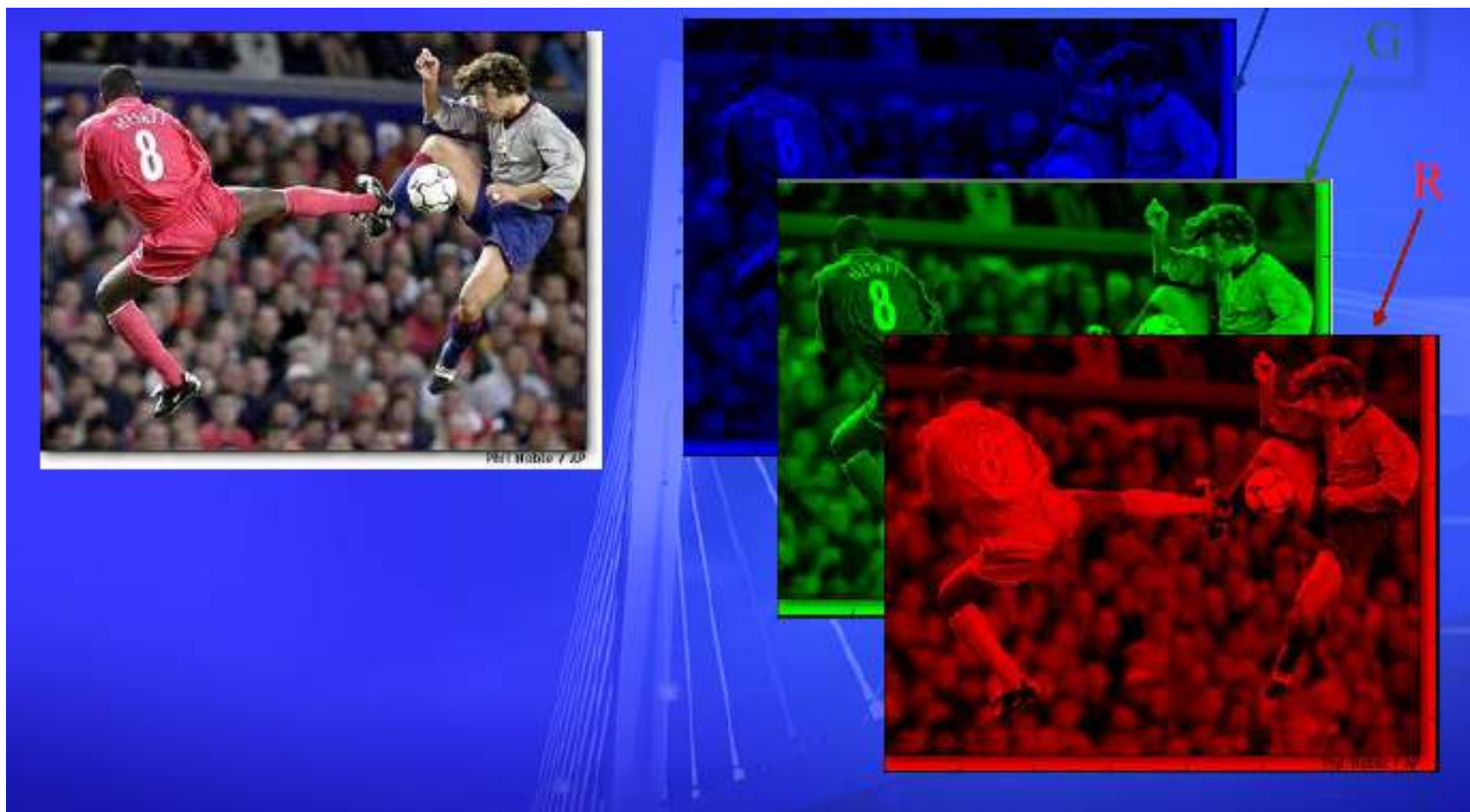
- (a) 原始图像(256色); (b) 量化图像(64色); (c) 量化图像(32色);  
(d) 量化图像(16色); (e) 量化图像(4色); (f) 量化图像(2色)

一般，当限定数字图像的大小时，为了得到质量较好的图像可采用如下原则：🔥

(1) 对缓变的图像，应该细量化，粗采样，以避免假轮廓。

(2) 对细节丰富的图像，应细采样，粗量化，以避免模糊（混叠）。🔥

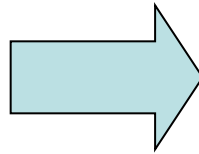
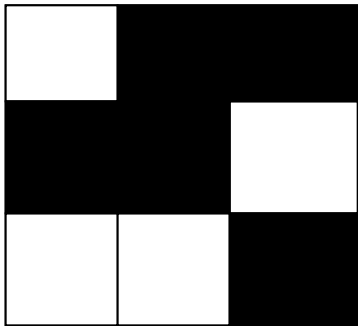
对于彩色图像，是按照颜色成分一红（R）、绿（G）、蓝（B） $\textcircled{P}$ 分别采样和量化的。若各种颜色成分均按8bit量化，即每种颜色量级别是256，则可以处理 $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ 种颜色。



## 3.1.2 数字图像的描述

### 1. 黑白（二值）图像

- 是指图像的每个像素只能是黑或者白，没有中间的过渡，故又称为2值图像。2值图像的像素值为0、1。

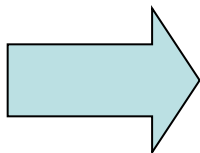


$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$



## 2.灰度图像

- 灰度图像是指每个像素的信息由一个量化的灰度级来描述的图像，没有彩色信息。



$$I = \begin{bmatrix} 0 & 150 & 200 \\ 120 & 50 & 180 \\ 250 & 220 & 100 \end{bmatrix}$$

# 灰度图像描述示例

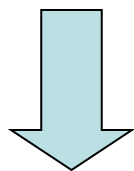
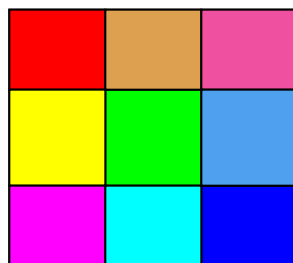


	0	1	2	3	4	5	6	7
0	130	146	133	95	71	71	62	78
1	130	146	133	92	62	71	62	71
2	139	146	146	120	62	55	55	55
3	139	139	139	146	117	112	117	110
4	139	139	139	139	139	139	139	139
5	146	142	139	139	139	143	125	139
6	156	159	159	159	159	146	159	159
7	168	159	156	159	159	159	139	159



### 3. 彩色图像

- 彩色图像是指每个像素的信息由RGB三原色构成的图像，其中RGB是由不同的灰度级来描述的。

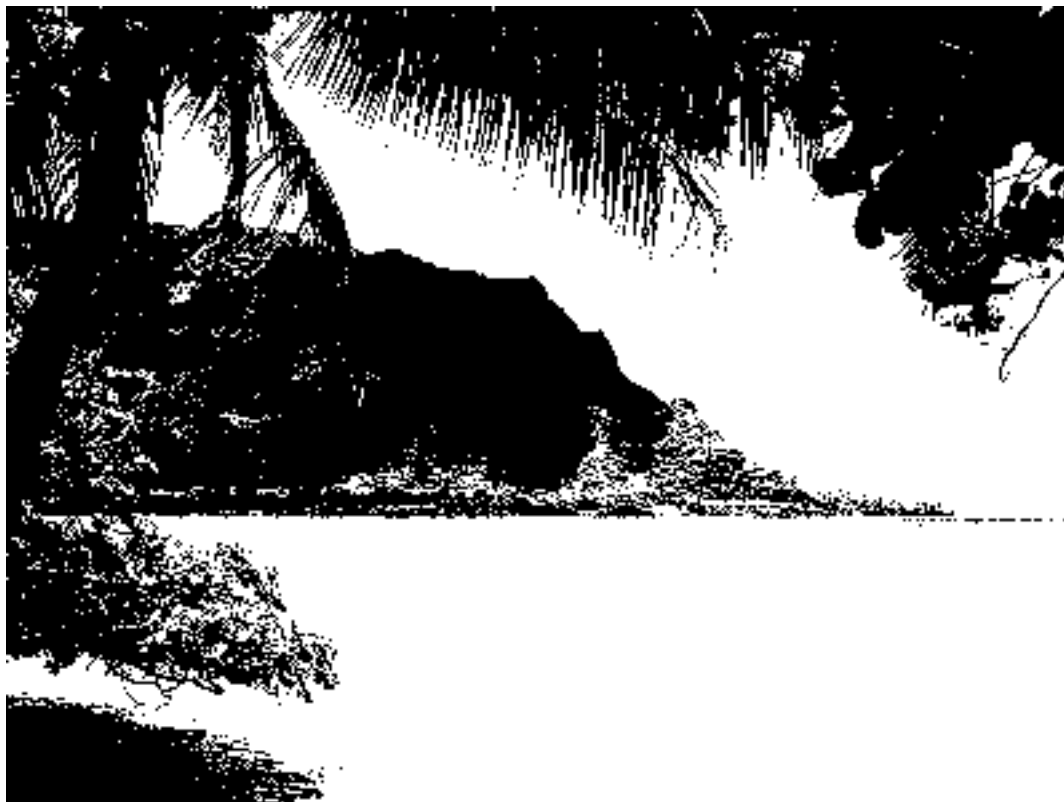


$$R = \begin{bmatrix} 255 & 240 & 240 \\ 255 & 0 & 80 \\ 255 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

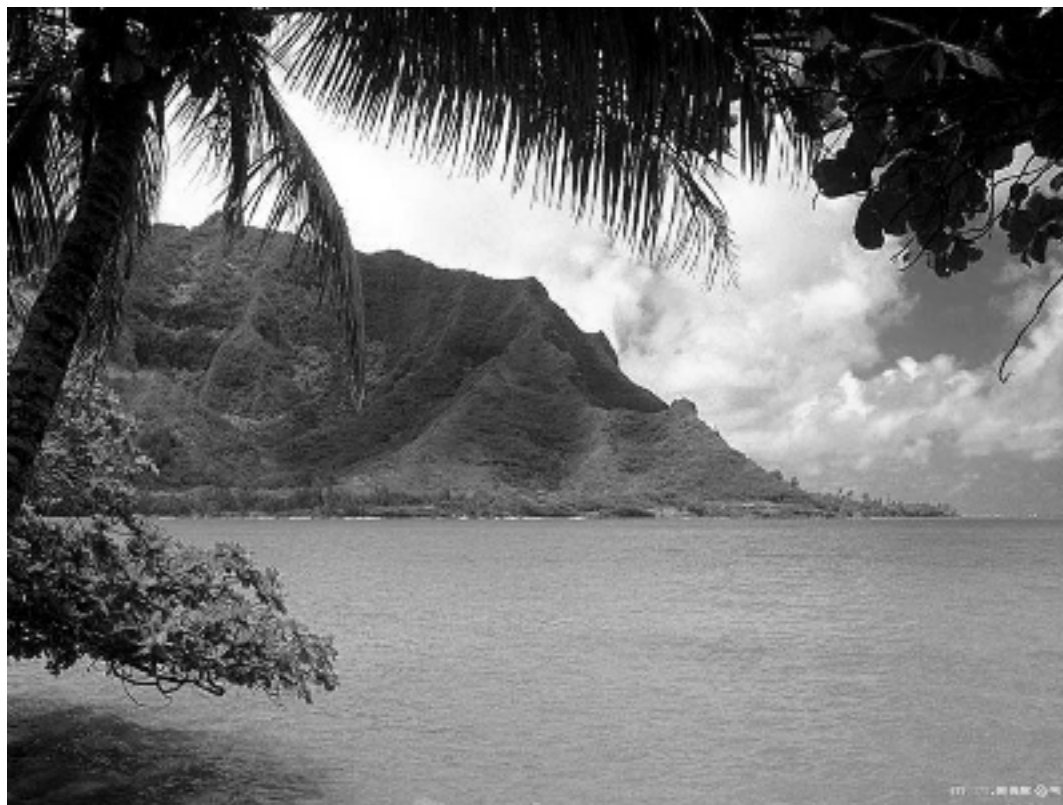
$$G = \begin{bmatrix} 0 & 160 & 80 \\ 255 & 255 & 160 \\ 0 & 255 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 80 & 160 \\ 0 & 0 & 240 \\ 255 & 255 & 255 \end{bmatrix}$$

# 黑白图像



# 灰度图像



# 彩色图像



# 3.1.3 图像数字化设备

## 1. 图像数字化设备的组成

- 采样孔 (Sampling aperture): 使数字化设备能够单独地观测特定的图像元素而不受图像其他部分的影响;
- 图像扫描机构: 使采样孔按照预先确定的方式在图像上移动, 从而按顺序观测每一个像素;
- 光传感器: 通过采样检测图像的每一像素的亮度, 通常采用CCD阵列;
- 量化器: 将传感器输出的连续量转化为整数值。典型的量化器是A/D转换电路, 它产生一个与输入电压或电流成比例的数值;
- 输出存储装置: 将量化器产生的灰度值按适当格式存储起来, 以用于计算机后续处理。

## 2. 图像数字化设备的性能

- 像素大小：采样孔的大小和相邻像素的间距是两个重要的性能指标。
- 图像大小：图像大小即数字化设备所允许的最大输入图像的尺寸
- 线性度：对光强进行数字化时，灰度正比于图像亮度的实际精确程度是一个重要的指标。非线性的数字化设备会影响后续过程的有效性。能将图像量化为多少级灰度也是非常重要的参数。
- 噪声：数字化设备中固有的噪声却会使图像的灰度发生变化。因此数字化设备所产生的噪声是图像质量下降的根源之一，应当使噪声小于图像内的反差点(即对比度)
- 扫描速度：采样数据的传输速度
- 分辨率：包括空间分辨率和灰度分辨率



## 3.2 数字图像的类型及图像文件格式

根据数字图像的特性，静态图像可分为：

- 矢量 (Vector) 图：矢量图是用一系列绘图指令来表示一幅图，本质是用数学 (更准确地说是几何学) 公式描述一幅图像。

Corel Draw和Adobe Illustrator

**优点：**一是它的文件数据量很小；二是图像质量与分辨率无关；

**缺点：**就是不易制作色调丰富或色彩变化太多的图像，而且绘出来的图像不是很逼真，同时也不易在不同的软件间交换文件。

- 位图 (Bitmap)：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。
  - 线画稿 (LineArt)
  - 灰度图像 (GrayScale)
  - 索引颜色图像 (Index Color)
  - 真彩色图像 (True Color) 0

# 矢量图与位图的转换

- 矢量图与位图相比，矢量图文件比位图文件小的多，显示点位图文件比显示矢量图文件要快，矢量图易修改而位图难编辑，矢量图可无级放大而位图放大后有马赛克效应，矢量图侧重于绘制与创造而点位图偏重于获取与复制。矢量图和点位图间可以用软件进行转换：
- 栅格化：由矢量图转换成点位图采用栅格化技术，这种转换也相对容易；
- 矢量化：由点位图转换为矢量图采用图像跟踪技术，这种技术在实际应用中很难实现，或者实现了但效果很差，对复杂的彩色图像尤其如此。

# 位图的有关术语

## 1. 像素 (Pixel)、点 (Dot) 和样点 (Sample)、分辨率

- **像素:** 显示在显示器上的光点 (光的单元), 是个相对度量单位。
- **样点和点:** 扫描一幅图像时, 需设置扫描仪的分辨率 (Resolution), 分辨率决定了扫描仪从源图像里每英寸取多少个样点。扫描仪将源图像看成由大量的网格组成, 然后在每一个网格中取出一点, 用该点的颜色值来代表这一网格中所有点的颜色值, 这些被选中的点就是样点。
- **分辨率:** 单位长度内所含的点 (像素) 的多少。

# 与数字图像有关的分辨率

- **图像分辨率：**图像分辨率是指每英寸图像含有多少个点或像素，分辨率的单位为dpi。在数字图像中，分辨率的大小直接影响到图像的质量；
- **屏幕分辨率：**显示器上每单位长度显示的像素或点的数量。通常以每英寸点数(dpi)来表示。屏幕分辨率取决于显示器的大小及其像素设置；
- **打印机分辨率：**又称输出分辨率，是指打印机输出图像时每英寸的点数(dpi)。打印机分辨率也决定了输出图像的质量，打印机分辨率越高，可以减少打印的锯齿边缘，在灰度的半色调表现上也会较为平滑；
- **扫描仪分辨率：**扫描仪分辨率的表示方法与打印机相类似，一般也用dpi表示，台式扫描仪的分辨率可以分为光学分辨率和输出分辨率。

# 图像文件格式

- **BMP (BitMap picture)** :Windows系统交换图形，图像数据的一种标准格式。包括：位图文件头、位图信息头、调色板、位图数据。
- **TIFF (Tag Image File Format)** : 提供存储各种信息的完备的手段，是目前流行的图像文件交换标准之一。 TIF文件由：文件头、参数指针表与参数域、参数数据表和图像数据4部分组成。
- **GIF (Graphics Interchange Format)** : 在不同的系统平台上交流和传输图像，由文件标志块、逻辑屏幕描述块、可选的“全局”色彩表块(调色板)、 各图像数据块（或专用的块）以及尾块（结束码）五部分顺序构成。

- **PCX文件：**由ZSoft公司设计，最早使用的图像文件格式之一，支持256种颜色。支持RGB、索引颜色、灰度和位图颜色模式，但不支持 alpha 通道。PCX图像文件由三个部分组成：文件头、图像数据和256色调色板。
- **JPEG (Joint Photographer' s Experts Group)：**解决专业摄影师所遇到的图像信息过于庞大的问题，高压缩比和良好的图像质量。

（阿尔法通道(Alpha Channel)是指一张图片的透明和半透明度。例如：Alpha通道是一个8位的灰度通道，该通道用256级灰度来记录图像中的透明度信息，定义透明、不透明和半透明区域，其中黑表示全透明，白表示不透明，灰表示半透明。）

## 3.3 图像质量的评价

### 3.3.1 图像质量

### 3.3.2 图像质量的主观评价

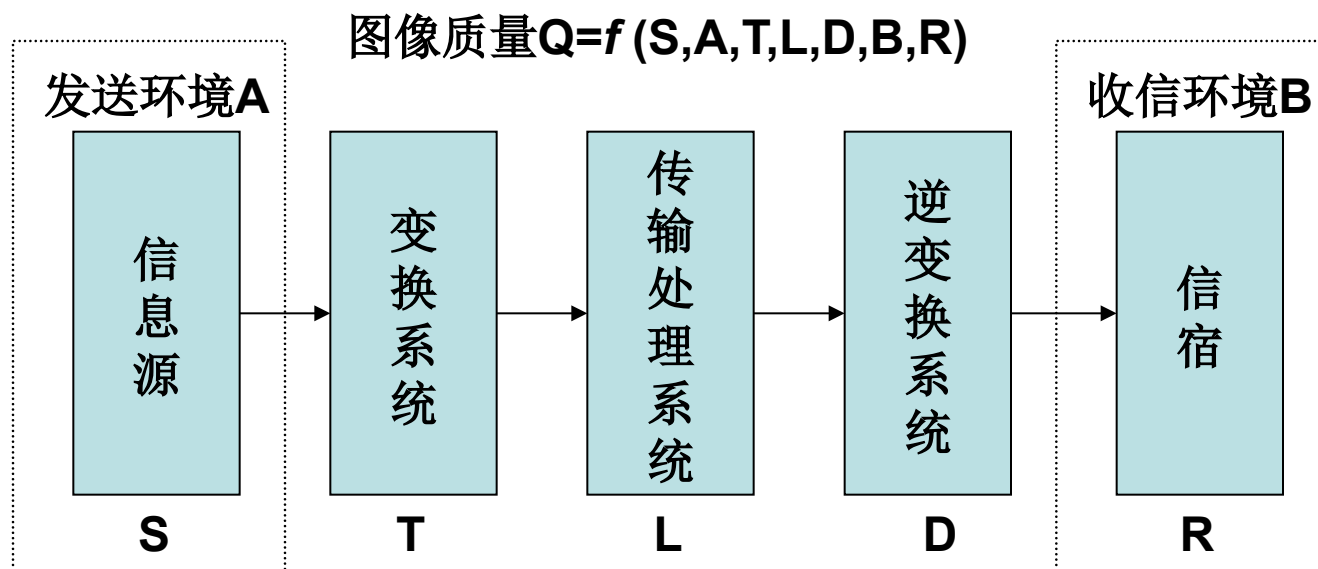
### 3.3.3 用波形和测试图案进行图像质量评价

## 3.3.1 图像质量

图像质量评价的研究是图像信息工程的基本技术之一。例如，在图像处理中的**图像编码**技术，就是在保持被编码图像一定质量的前提下，以尽可能少的码字来表示图像，以便节省信道和存储器容量；而**图像增强**就是为了改善图像的主观视觉显示质量；**图像复原**则是用于补偿图像的降质，使复原后的图像尽可能地接近原始图像质量。这些，都要求有一个合理的图像质量评价方法

- 图像的逼真度（fidelity）：描述被评价图像与标准图像的偏离程度；
- 图像的可懂度（intelligibility）：表示图像能向人或机器提供信息的能力。





图像通信的图像质量 $Q$ 是一个包括许多变量且不独立的复杂函数，在某些情况下，我们可以固定一些变量，从而得到图像质量 $Q$ 与某一个或几个变量之间的关系。

$$Q_L = f(L, a_0, b_0, S_0, t_0, d_0, r_0) \quad \text{图像的传输质量}$$

$$Q_{T, L, D} = f(T, L, D, a_1, b_1, S_1, r_1) \quad \text{图像的通信质量}$$

# 图像的质量

- 可懂度——与可懂度相关的主要因素
  - 亮度
  - 对比度
  - 主题内容的大小
  - 细微层次
  - 颜色饱和度

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/717100066025006103>