



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

2.3 图像的采样和量化

杨 杰 主讲

图像成像模型

- $f(x, y)$ 与 $i(x, y)$ 和 $r(x, y)$ 都成正比

$$f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$$

- $i(x, y)$ 的值是由光源决定的

$$0 < i(x, y) < \infty$$

- $r(x, y)$ 的值是由场景中的目标特性所决定的

$$0 < r(x, y) < 1$$

{典型值：黑天鹅绒0.01;不绣钢0.65; 粉刷的白墙平面0.80;白雪0.93}

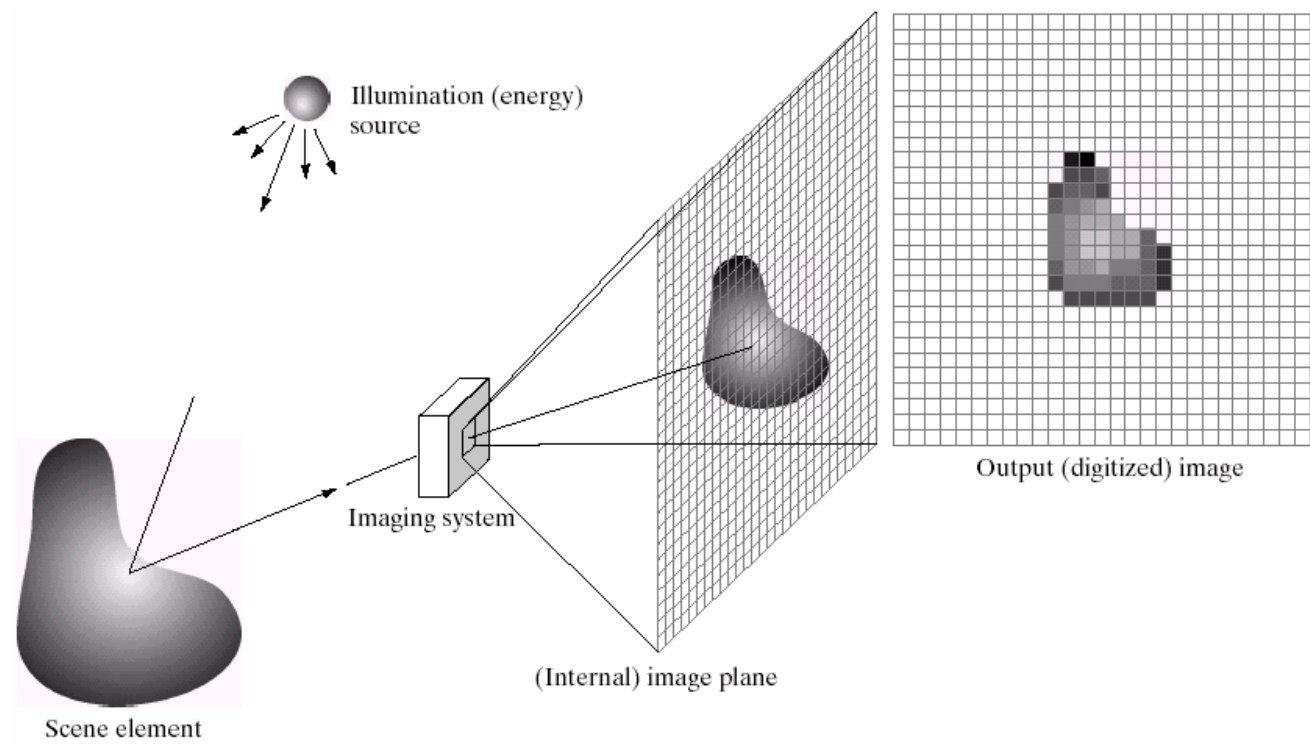
图像的采样和量化

□ 图像数字化

- 将代表图像的连续(模拟)信号转换为离散(数字)信号的过程称为图像数字化
- 步骤：采样和量化
- 主要技术
 - 成像：光信息 - > 电信号
 - 模数转换 (A/D Converter)

□ 数字化 (采集) 设备

- 基于图像采集卡或图像卡 (扫描仪)
- 本身带有数字化部件 (数码相机)



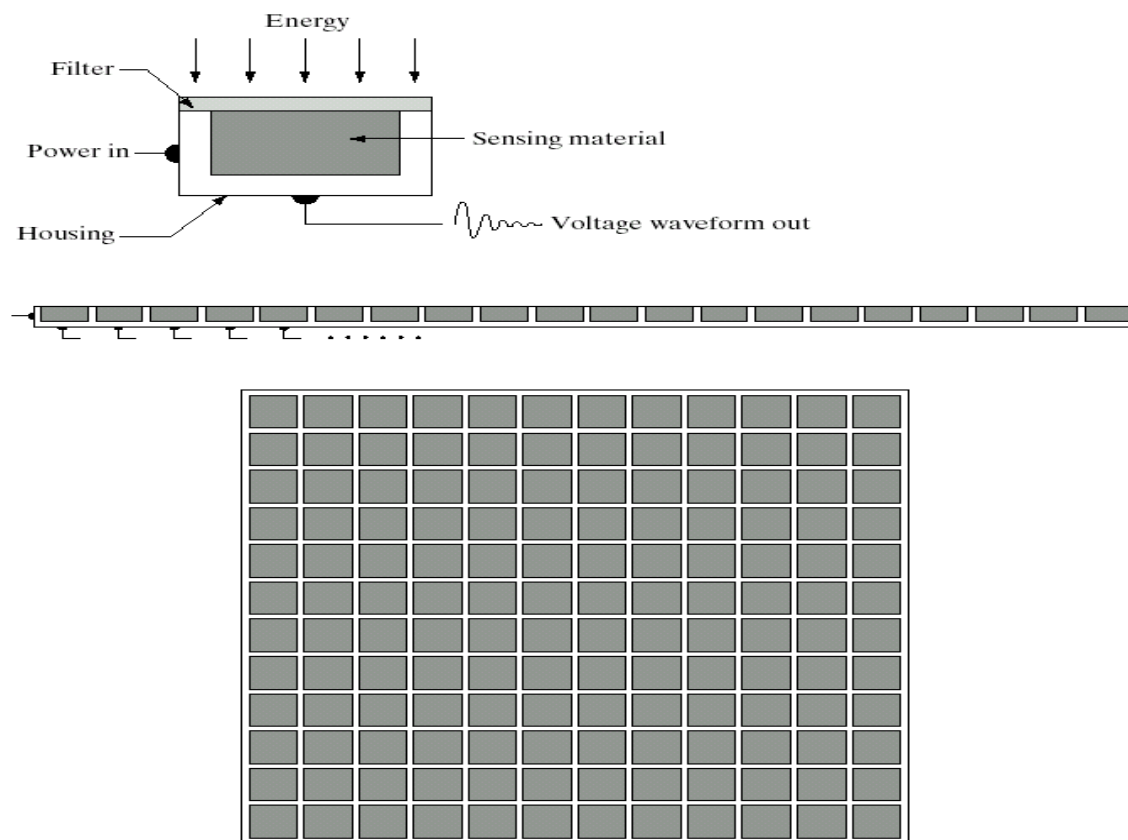
图像的采样和量化

□ 关键部件：固体成像设备

- 电荷耦合器件CCD (Charge Coupled Devices)
 - 利用电荷存储、传送和读取方式进行工作
 - 特点：精确、尺寸小、灵敏度高、分辨率高
 - 主要设备：摄象机、扫描仪、数码相机
- 互补型金属氧化物半导体CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor Transistor)
 - 特点：集成性好，体积更小
 - 主要设备：可摄像手机
- 电荷注射器件CID (Charge-injection Devices)
 - 对光的灵敏度低，随机访问像素

a
 b
 c

FIGURE 2.12
 (a) Single imaging sensor.
 (b) Line sensor.
 (c) Array sensor.



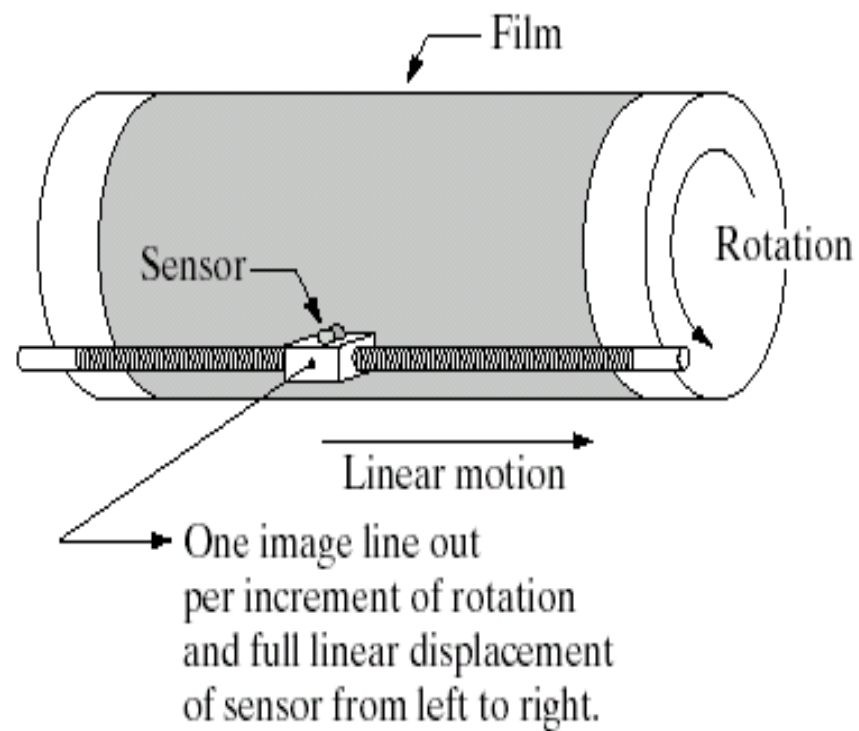
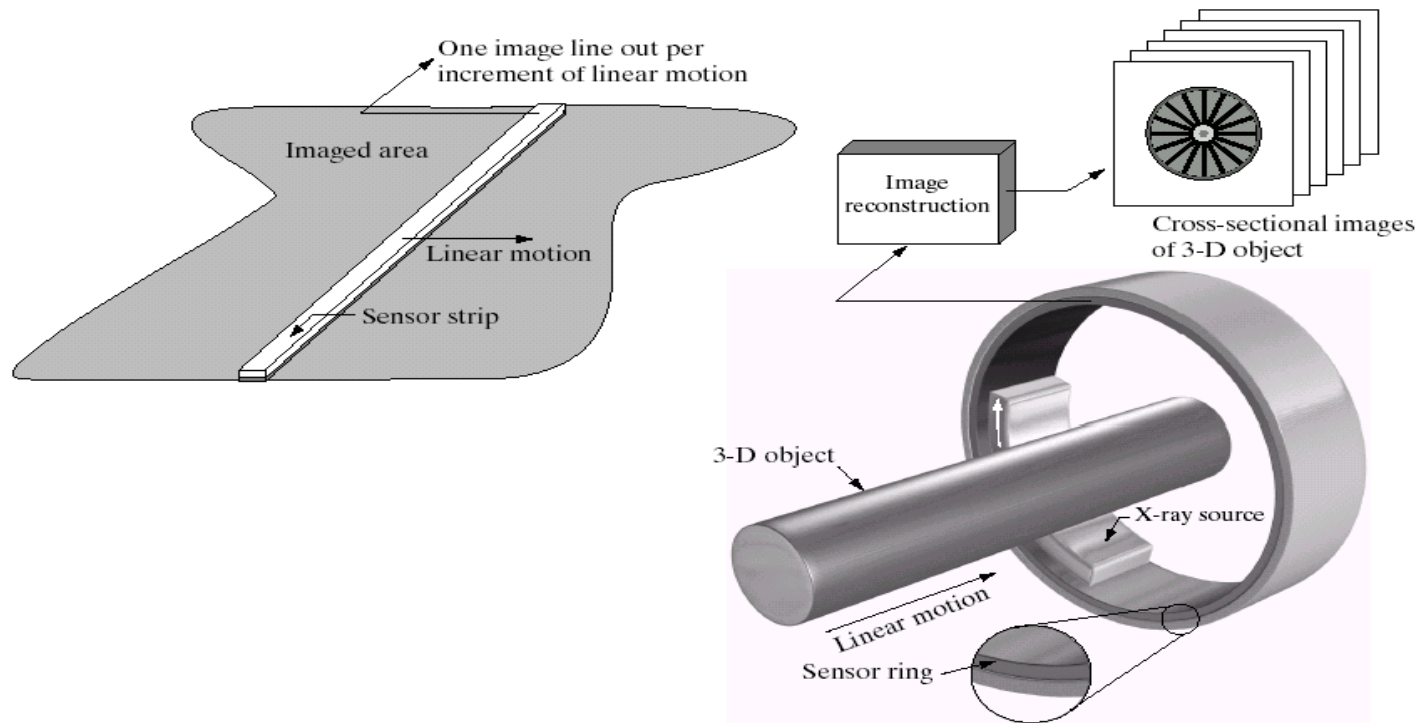


FIGURE 2.13 Combining a single sensor with motion to generate a 2-D image.

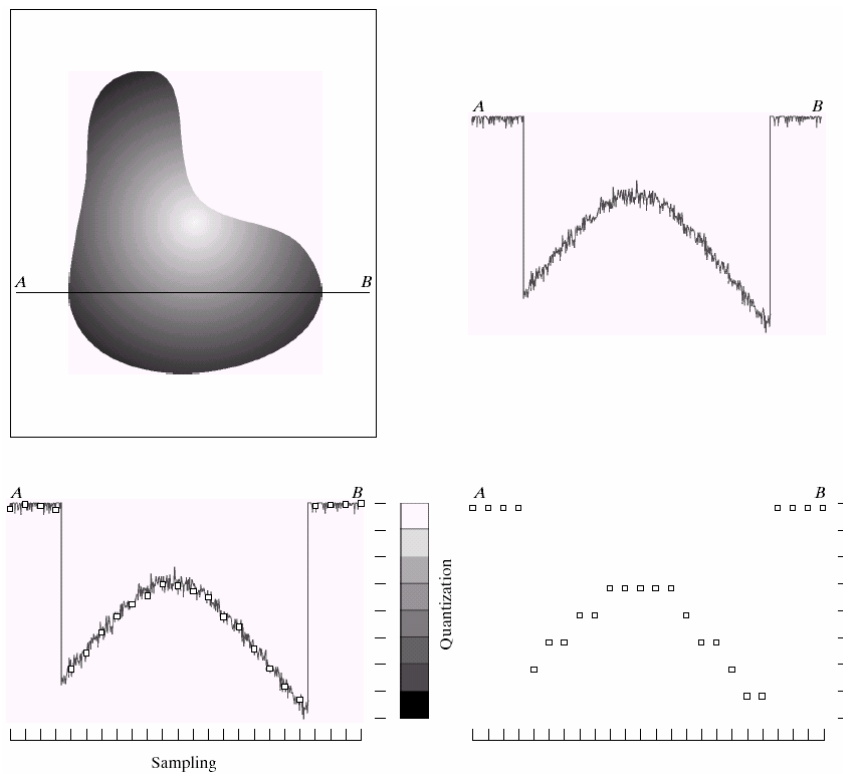


a b

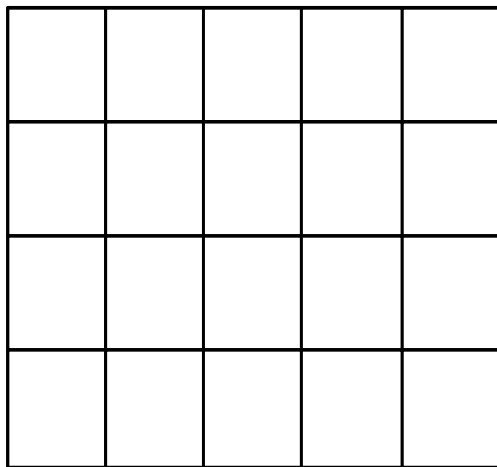
FIGURE 2.14 (a) Image acquisition using a linear sensor strip. (b) Image acquisition using a circular sensor strip.

图像采样和量化

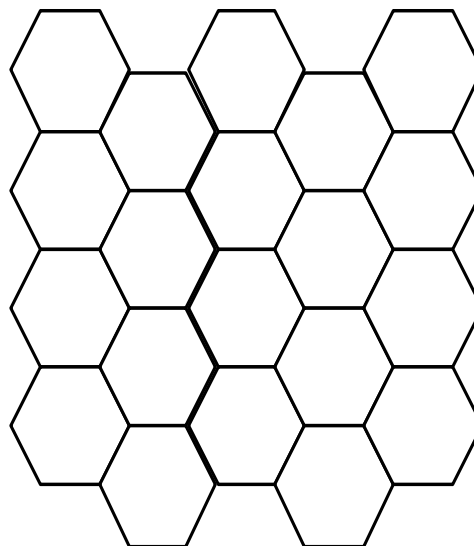
□ 实例：数字化过程



Sampling



(a) 正方形网格

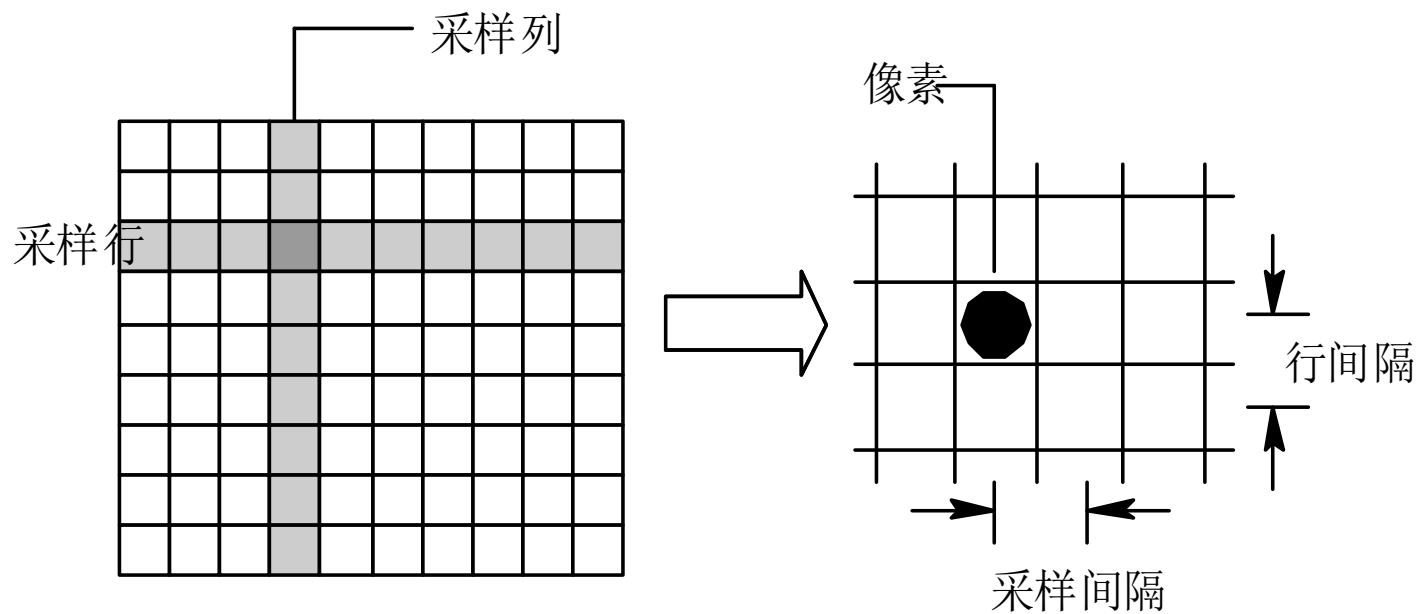


(b) 正六角形网格

采样网格

Sampling

□ 图像的采样



采样示意图

图像采样和量化

□ 采样 (Sampling)

- 空间坐标的离散化称为空间采样，简称采样，确定了图像的空间分辨率
 - 即用空间上部分点的灰度值代表图像。这些点称为采样点



图像采样和量化

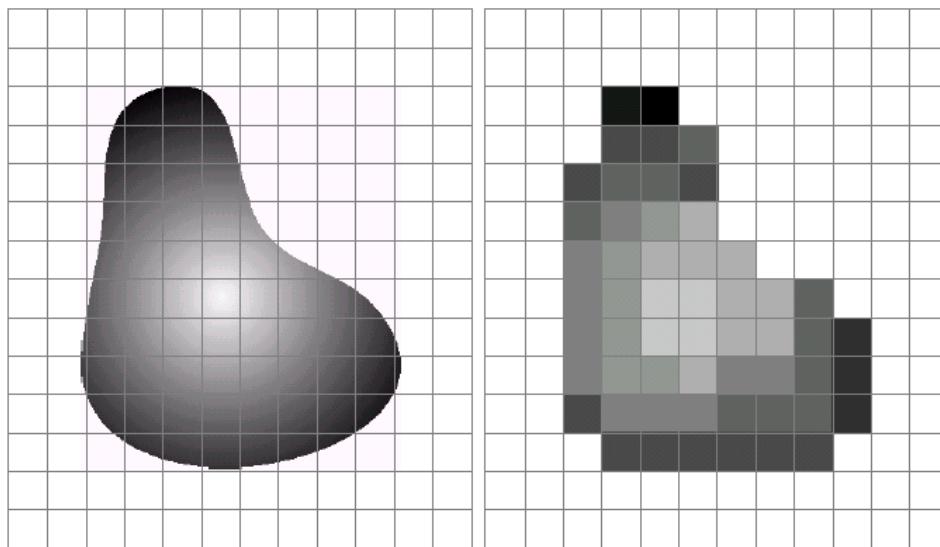
□ 量化 (Quantization)

- 对采样点亮度 (灰度) 值的离散化过程。确定了图像的灰 (幅) 度分辨率
- 两种量化 : 均匀量化、非均匀量化
 - 均匀量化: 将样点灰度级值等间隔分档取整 , 称为均匀量化
 - 非均匀量化: 将样点灰度级值不等间隔分档取整

□ 采样和量化的级数

- 假定图像取 $M \times N$ 个采样点 , 对样点值进行 G 级分档取整
- M, N, G 一般取2的整数次幂
- $M=2^m ; N=2^n ; G=2^k$

图像采样和量化



a b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

图像采样和量化

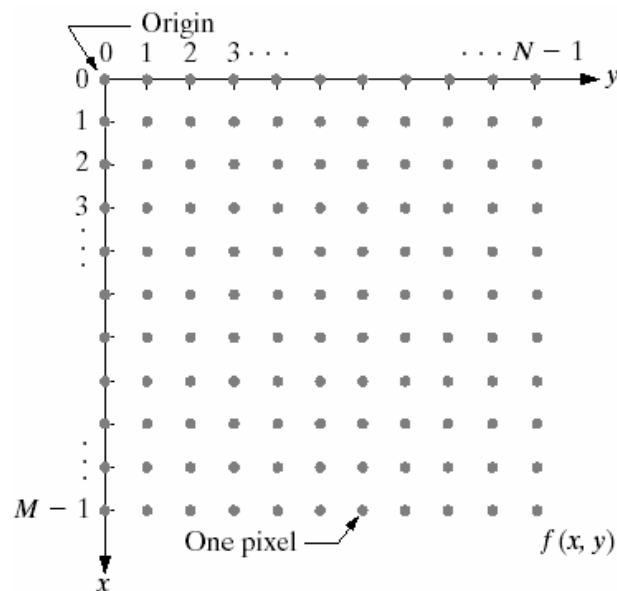
□ 数字图像表示

- 函数：2-D数组 $f(x, y)$

- 矩阵
$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1N} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{M1} & f_{M2} & \cdots & f_{MN} \end{bmatrix}$$

- 矢量
$$F = [f_1 \quad f_2 \quad \cdots \quad f_N]$$

$$f_i = [f_{1i} \quad f_{2i} \quad \cdots \quad f_{Mi}]^T \quad i = 1, 2, \cdots, N$$



元素 $f(x, y)$ 称为像素(Pixel)

图像采样和量化

□ 空间分辨率和灰（幅）度分辨率

- 数字图像 $f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \cdots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$

- 图像（水平）尺寸 M : $M = 2^m$
- 图像（垂直）尺寸 N : $N = 2^n$
- 像素灰度级数 G (k -bit): $G = 2^k$
- 图像所需的位数 b : $b = M \times N \times k = N^2 k (M = N)$

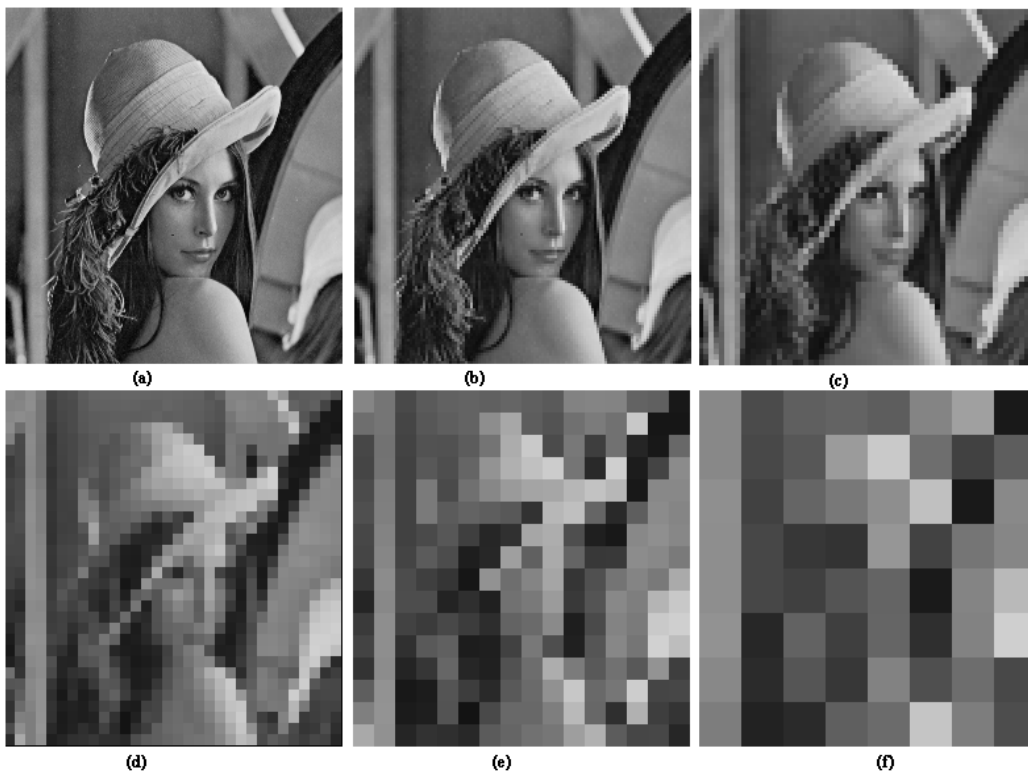
图像采样和量化

- 例如：

- 存储1幅 32×32 ，16个灰度级的图需要 4,096 bit
- 存储1幅 128×128 ，64个灰度级的图需要 98,304 bit
- 存储1幅 512×512 ，256个灰度级的图需要 2,097,152 bit



空间分辨率变化所产生的效果



- a) 512×512
- b) 256×256
- c) 128×128
- d) 64×64
- e) 32×32
- f) 16×16

图像质量随 N 的增加而增加

- 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。

图像灰度分辨率变化所产生的效果



- a) 256
- b) 64
- c) 16
- d) 8
- e) 4
- f) 2

图像质量随 G
(k) 的增加而
增加

灰度分辨率变化对图像视觉效果的影响

随着灰度分辨率的降低，图像的细节信息在逐渐损失，伪轮廓信息在逐渐增加。

图中由于伪轮廓信息的积累，图像已显现出了木刻画的效果。由此也说明：灰度分辨率越低，图像的视觉效果越差。

空间和灰度分辨率同时变化



- a) 256×256 , 128
- b) 181×181 , 64
- c) 128×128 , 32
- d) 90×90 , 16
- e) 64×64 , 8
- f) 45×45 , 4

图像空间和幅度分辨率同时变化所产生的效果

- 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。





谢谢

THANK YOU