

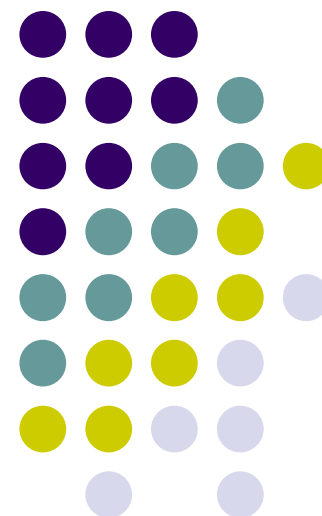
信息隐藏与数字水印

第6讲：数字图像基础

(Image Steganography)

周琳娜

2023.04.12





图像隐密术

- 1、图像基本知识
- 2、位图隐密术
- 3、索引图隐密术
- 4、变换域图隐密术
- 5、6、隐密对抗（互动）
- 7、视频隐写与水印
- 8、数字图像取证



图像基本知识

- 图像基础
- 图像基本存储格式
- 图像压缩标准
- 图像信号处理方法
- 图像压缩原理
- 图像质量评价





图像基础

“像”是人的视觉系统
对图的接收在大脑中形
成的印象或认识

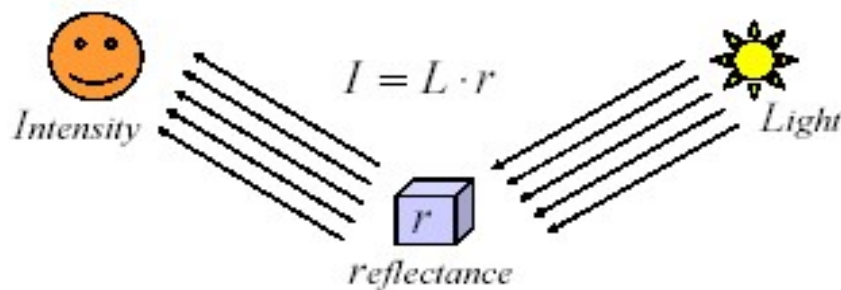
“图”是物体投
射光或反射光的
分布

图像是两者的结合

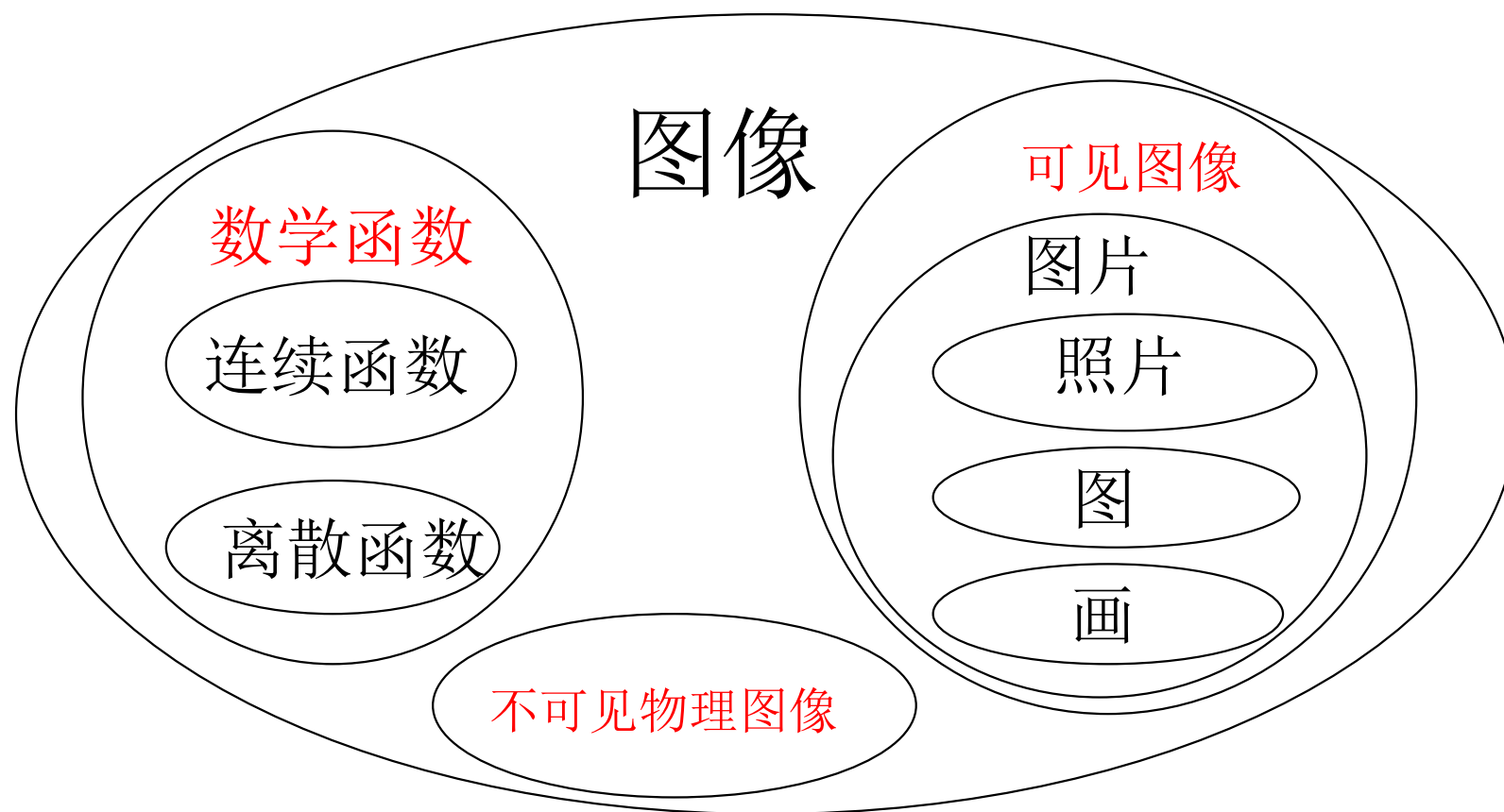
“像”是人的感觉

“图”是客观存在的

什么是图像？



图像分类





图像分类

- **可视图像**：由可见光形成，能为人的视觉系统所感受。如人们通常见到的自然景物等。
- **非可视图像**：不能为人眼直接感受，是某种物理量的平面或空间分布。如X射线、红外线、微波、超声等形成的，但这类图像通过换能与显示装置变换后，仍能为视觉所感受。
- 可视图像是一个平面能量分布图，这种分布图可用多变量函数表示：

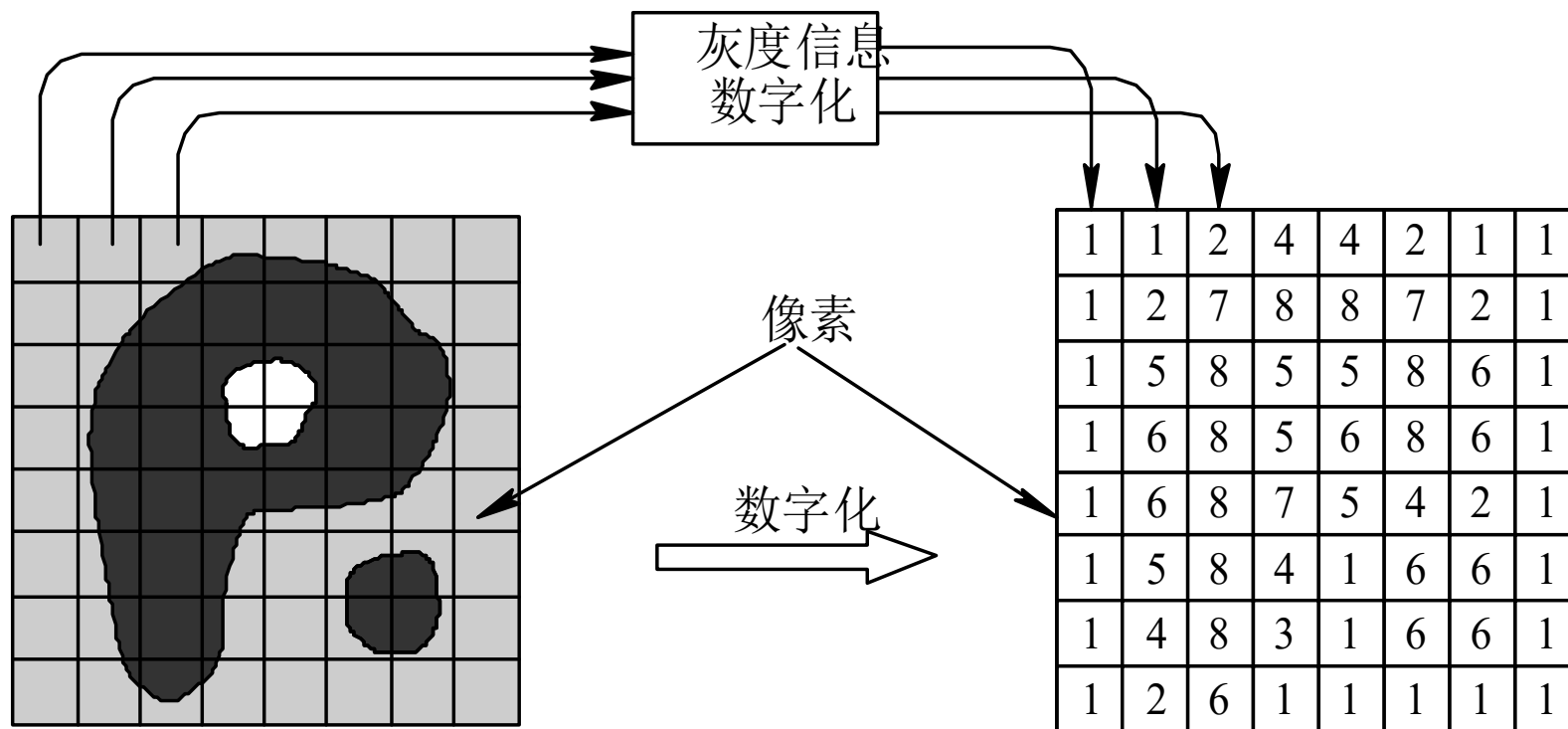
$$Q(x, y, \lambda, t)$$

- 图像(Image)和图片(Picture)在文献中已混用，均指图像。

数字图像



用计算机进行图像处理的前提是图像必须以数字格式存储，我们把以数字格式存放的图像称之为数字图像。常见的各种照片、图片、海报、广告画等均属模拟图像，要将模拟图像数字化后生成数字图像，需要利用数字化设备。目前，将模拟图像数字化的主要设备是扫描仪，将视频画面数字化的设备有图像采集卡。当然，也可以利用数码照相机直接拍摄以数字格式存放的数字图像。模拟图像经扫描仪进行数字化或由数码照相机拍摄的自然景物图像，在计算机中均是以数字格式存储的。既然是数字，计算机当然可以方便地进行各种处理，以达到视觉效果和特殊效果。

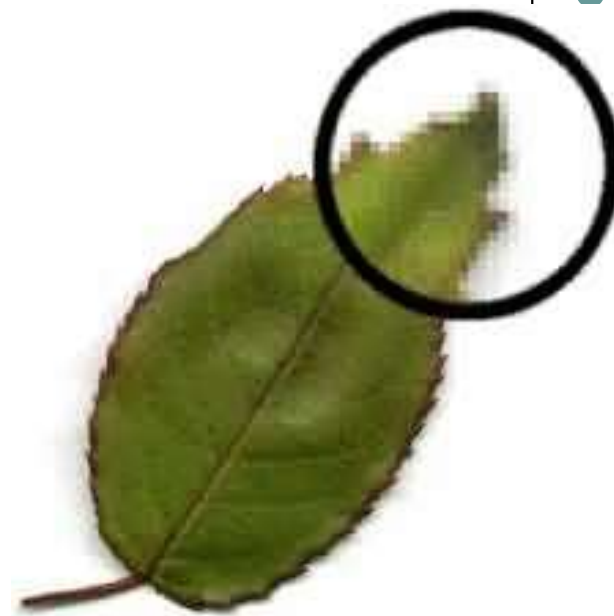


数字图像的两大型



位图(点阵图)

采用像素矩阵方法来显示和存储图像。
真实细腻反应图像层次色彩。体积较大。
适合描述照片。



矢量图

用数学方法描述由几何元素组成的图像。
文件小，能够随意缩放而不改变质量。
适合描述图形。



数字图像

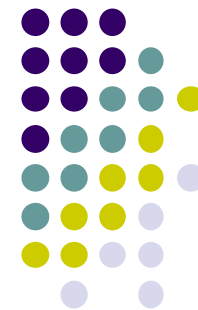
一位图

采用等距
离矩形网
格采样

一个被采样
和量化后的
二维函数

数字图像

对幅度进
行等间隔
量化



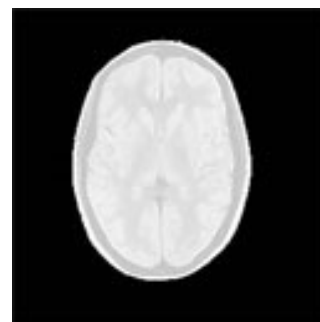


数字图像



光学图像

Lena



大脑断层图像

逆过程是
“显示”

一个非破
坏性的过
程

将一幅图像从原来的
形式转化为数字
形式的过程。

数字化

把图像划分为
矩形网格，即
光栅

定
义

对一幅图像内给
定位置的寻址

扫描的最小单元为像素

扫描

图 像 处 理

图像处理



满足视觉
心理和应
用要求

图像处理

图像信
息加工

获取外界信息—视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等多种，但绝大部分是来自视觉所接收的图像信息（**70%**），“百闻不如一见”

模拟处理

优点

速度快，一般是实时处理

缺点

精度低，抗干扰性差，灵活性差，没有对图像的理解能力和非线性处理能力

包括光学透镜处理、照相、广播电视等

数字处理

采用数字计算机对数字化形式的图像进行处理

优点

精度高，处理内容丰富，处理手段灵活

缺点

计算量大，处理速度较慢

图像处理分类

图像处理

数字图像处理



数字计算机最擅长的莫过于处理各种数据， 数字化后的图像可以看成是存储在计算机中的有序数据， 当然可以通过计算机对数字图像进行处理。我们把利用计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等的理论、 方法和技术称为数字图像处理（**Digital Image Processing**）。一般， 图像处理是用计算机和实时硬件实现的， 因此也称之为计算机图像处理（**Computer Image Processing**）。

显示和打
印需要

数字图像处理

易于存储
和传输

调整图片大
小，色调等

存储到数码相机，从
火星传回一幅图片

为什么进行图像处理？

如从老的照片中去除
痕迹，在X光照片中，
提高肿瘤的可视性

如从信封上自动获取
邮政编码，从航空影
像上测量水的污染性

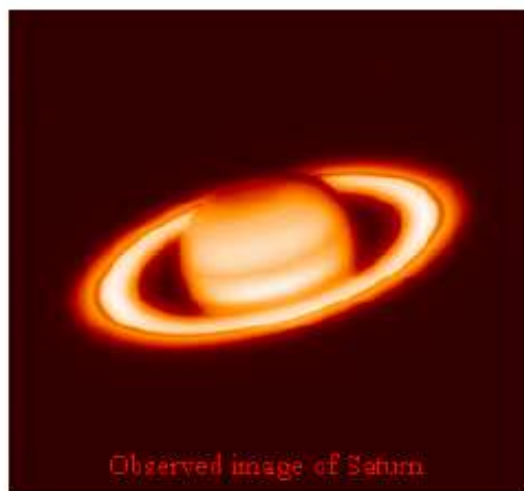
增强和
恢复

提取
信息

数字图像处理



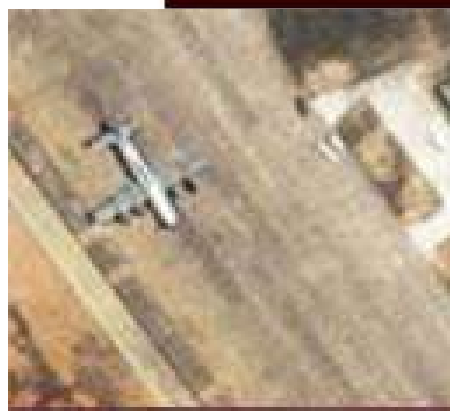
Restoration of image from Hubble Space Telescope



Observed image of Saturn



Restored image



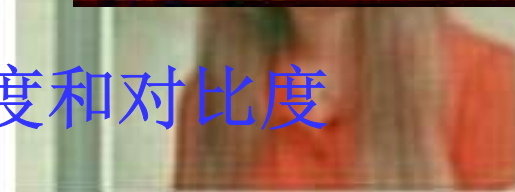
or photo restaur



例子：调整了亮度和对比度



Degraded image



Restored image



数字图像处理的特点

- 信息量大

256x256 黑白图像 64K byte

512x512彩色图像 768K byte

25Frame/s 电视图像 约20M byte

计算一下**20G**的硬盘能存多长时间的电视节目。

- 综合性强

基础知识和专业技术 广泛—通信技术、计算机
技术、电子技术、光电技术、心理学、生理学
数学、物理



数字图像处理的特点

- 相关性大—相邻像素之间一般都有相同或接近的灰度
- 受人的因素影响大

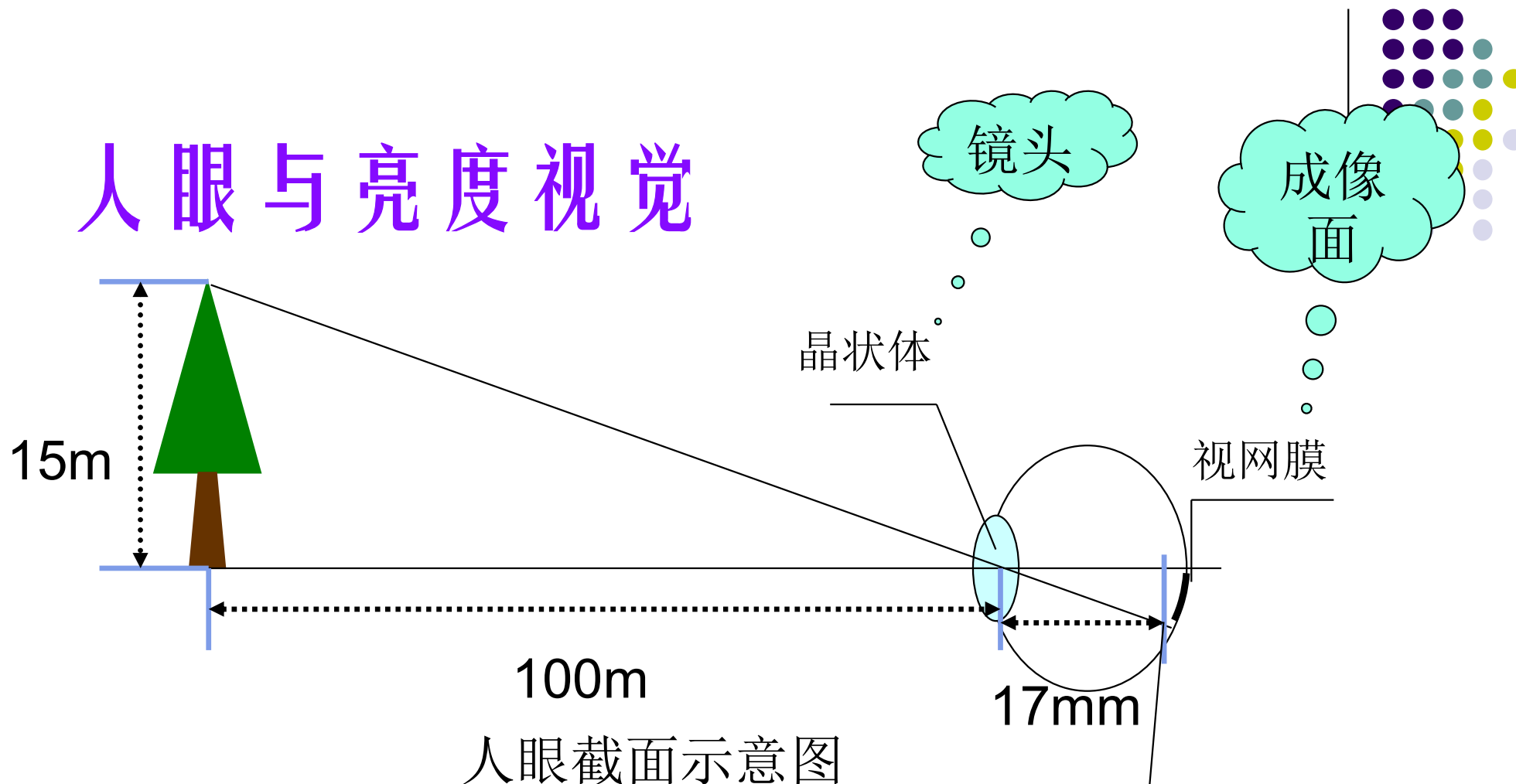


音乐家或头像？



优点：
再现性好
处理精度高
适用面宽
灵活性高

人眼与亮度视觉

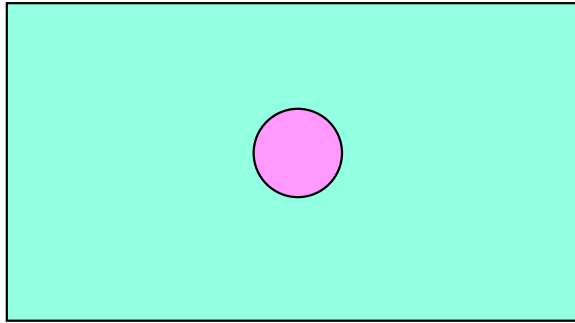


人眼的亮度适应范围 10^{10} 量级
同时亮度适应区间不大，一般 < 64 级

$$x/17 = 15/100x = 2.55\text{mm}$$

亮度适应

假设一个平面如磨砂玻璃一样散光，被1个强度为 I 且可以变化的光源从背后照亮，1个照度增量为 ΔI ，像短促闪光一样加在均匀照明的平面上，可使人感到平面中间像1个圆形亮点，如图所示



如果 ΔI 不够亮，实验者没有感知上的变化，当 ΔI 逐步增强，感知上发生变化。如果50%的机会感知亮度变化，则量 $\Delta I/50/I$ 为韦伯率，小的韦伯率表示可区分强度的小变化，有较好的亮度区分能力；大的韦伯率表示只有大的强度变化才能区分，有较差的亮度区分能力

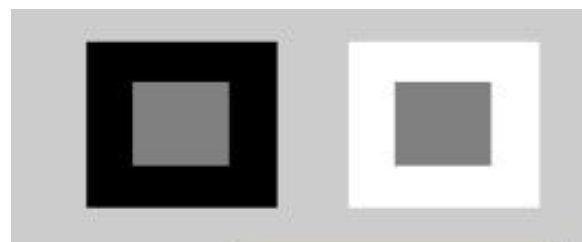


马赫带效应

视觉系统有趋向于过高或过低估计不同亮度区域边界值的现象



每个条带内部的亮度是常数，但仍然有强烈的边缘效应



■ 同时对比度

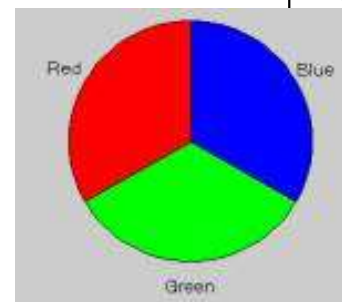
亮背景下显得暗、暗背景下显得亮
它是基于人眼对某个区域感觉到的亮度并不仅仅依赖于它的强度

颜色视觉

颜色分解

三基色

R 波长700 nm
G 波长546.1 nm
B 波长435.8 nm



区分颜色的3种基本特性

亮度 (Intensity)

色调(Hue)

饱和度(Saturation)

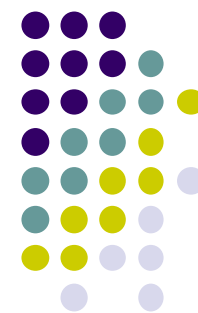
色度

与混合光谱中主要光波长
相联系

对彩色图像来说，颜色中
掺入白色越多，就越亮，
掺入黑色越多灰度就越小

与一定色调的纯度有关，纯光
谱是完全饱和的，随着白光的
加入，饱和度逐渐减少

数字图像



一位图

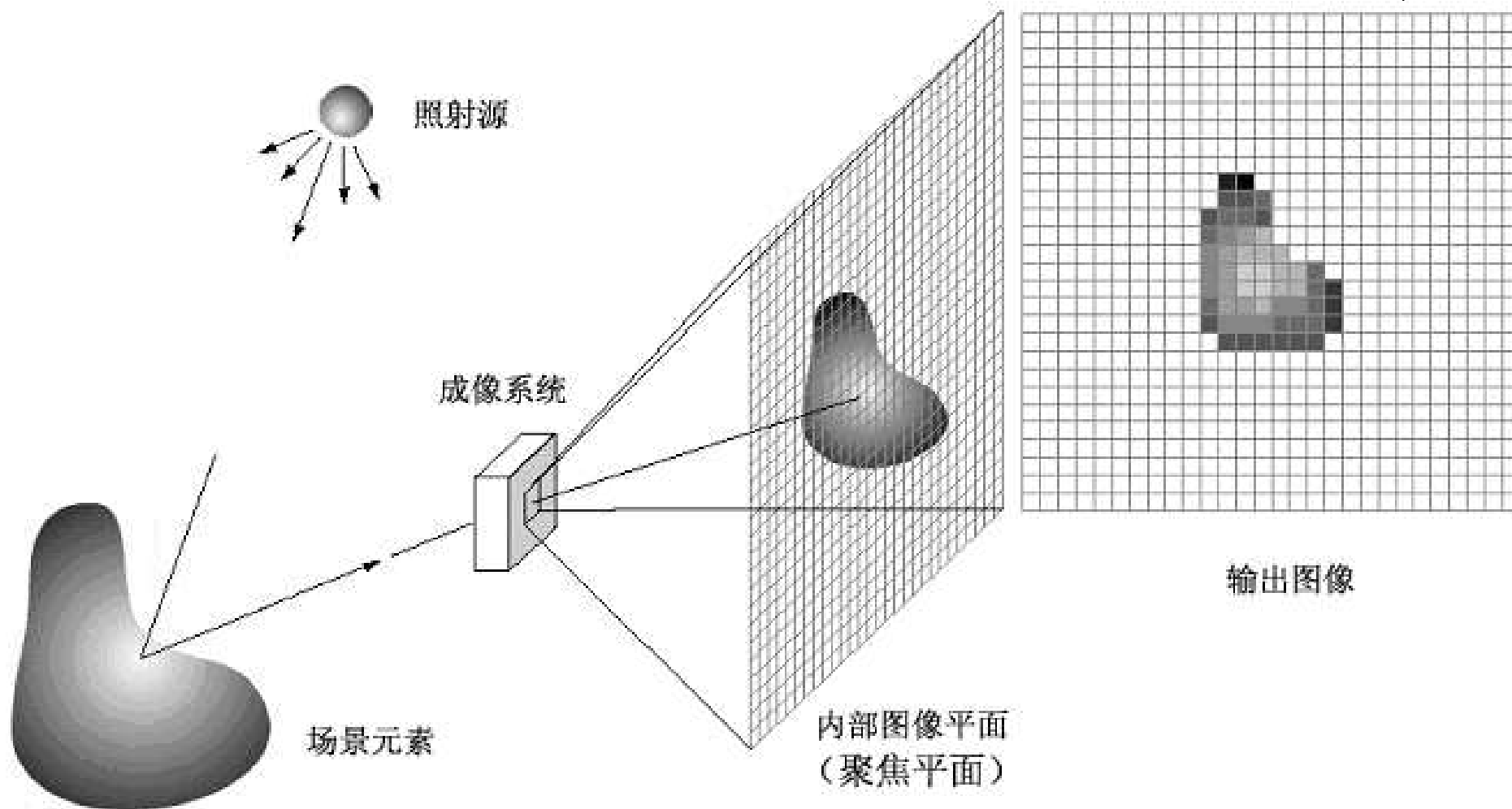
- 图像可被划分为称作像素 (pixel) 的小区域，在每个像素，表示亮度或色彩的值被采样和量化，得到像素值。该过程称为数字化，得到的图像称为数字图像。
- 数字图像以其存储方式的不同又可分为不同的文件格式，如位图 (BMP)、TIFF、GIF、JPEG等等。



图像的数字化

- ◆ 数字图像可以理解为对二维函数 $f(x, y)$ 进行采样和量化(即离散处理)后得到的图像，因此，通常用二维矩阵来表示一幅数字图像。
- ◆ 将一幅图像进行数字化的过程就是在计算机内生成一个二维矩阵的过程。
- ◆ 数字化过程包括三个步骤：扫描、采样和量化。

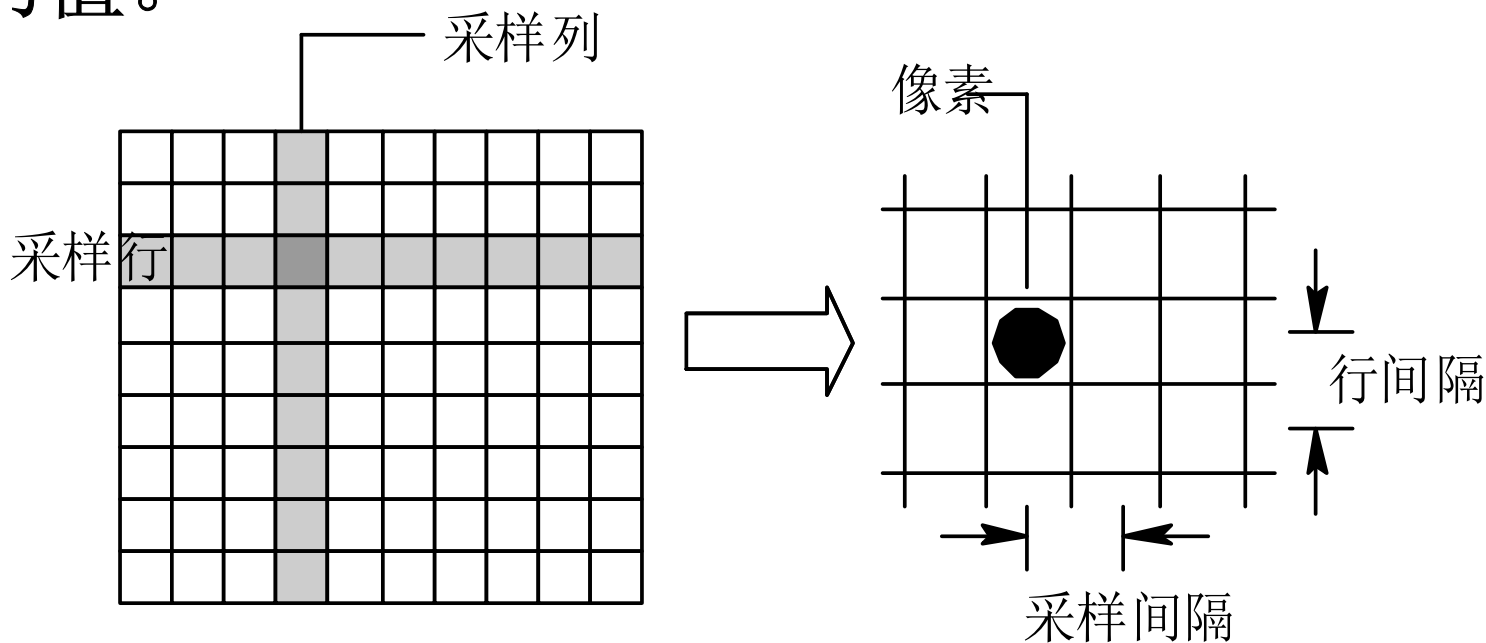
位图的生成





1、采样

- 采样（**Sampling**）：是对图像空间坐标的离散化，它决定了图像的空间分辨率。
- 用一个网格把待处理的图像覆盖，然后把每一小格上模拟图像的各个亮度取平均值，作为该小方格中点的值。

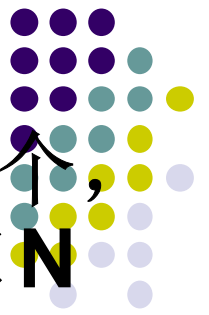


图像的采样

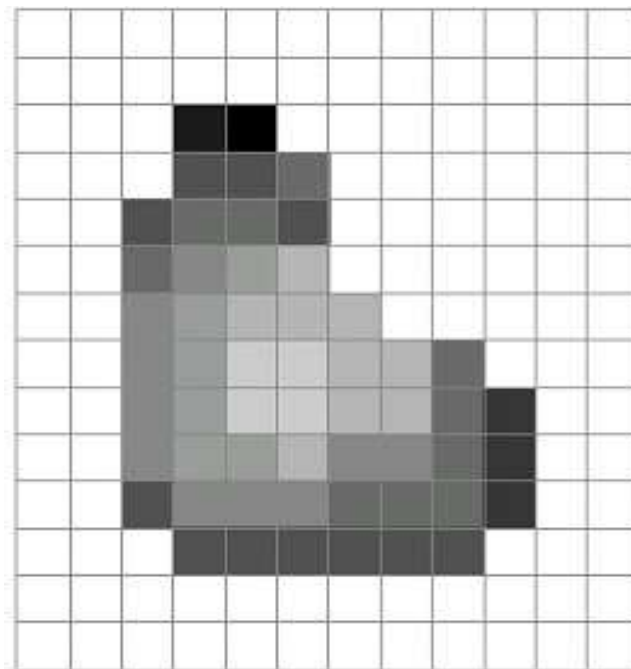
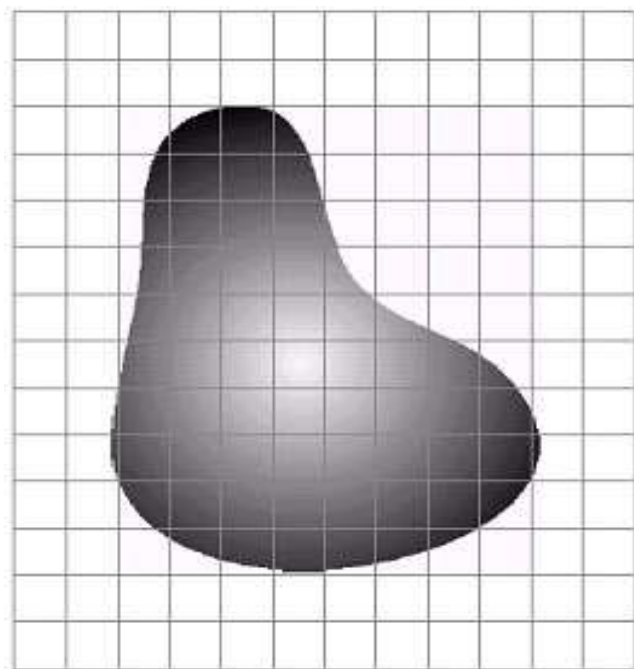
- 对一幅图像采样时，若每行（即横向）像素为 **M** 个，每列（即纵向）像素为 **N** 个，则图像大小为 **$M \times N$** 个像素，从而 **$f(x,y)$** 构成一个 **$M \times N$** 实数矩阵：

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & & & \\ f(M-1,0) & & & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

每个元素为图像 **$f(x,y)$** 的离散采样值，称之为像元或像素。



1、采样



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



2、量 化

- ◆把采样后所得的各像素灰度值从模拟量到离散量的转换称为图像灰度的量化。
- ◆量化是对图像幅度坐标的离散化，它决定了图像的幅度分辨率。

图像量化实例



18	17	19	17	21	29	45	59	65	59	58	66	67	61	69	60
22	20	20	17	19	25	51	65	82	90	84	74	73	78	57	56
27	23	23	18	17	21	42	47	66	90	97	90	84	86	58	61
28	25	24	21	19	21	24	24	30	50	77	95	93	84	79	77
26	24	24	23	22	23	26	38	37	28	43	77	93	88	102	91
24	20	20	21	22	23	40	68	75	47	29	48	80	97	109	97
23	16	15	17	19	19	36	55	73	68	44	33	58	92	108	103
23	14	11	13	15	15	16	12	36	69	64	35	42	77	108	110
18	21	20	19	16	7	8	14	31	60	63	30	32	79	106	118
19	18	13	13	18	17	5	11	23	48	57	38	45	84	122	128
21	18	10	13	28	35	29	42	51	53	46	40	63	104	140	137
22	24	15	18	35	46	58	77	82	60	35	42	90	140	152	140
21	27	19	21	35	44	46	53	52	38	36	72	131	172	164	146
20	26	24	31	46	54	28	14	13	31	70	128	174	187	180	156
20	26	36	60	88	101	74	55	63	99	138	178	196	186	190	163
22	28	50	91	133	152	149	140	160	189	197	201	198	182	192	165

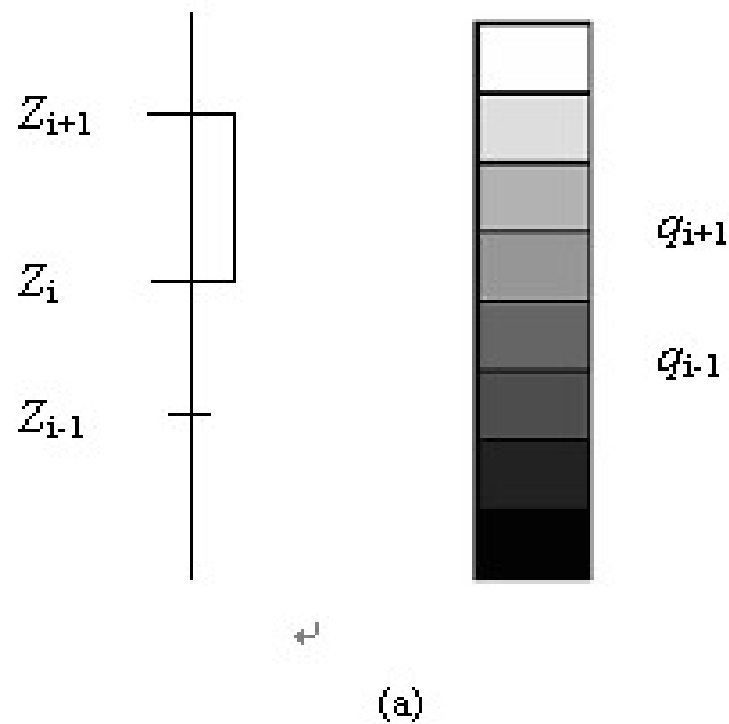
- (a) 256级灰度图象
- (b) 子图
- (c) 子图对应的量化数据



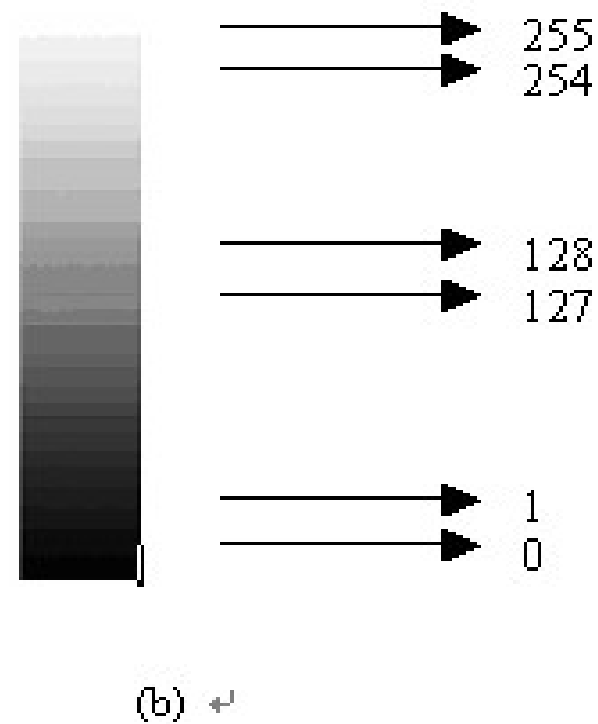
2、量化

- 量化的方法包括：分层量化、均匀量化和非均匀量化。
- 分层量化是把每一个离散样本的连续灰度值只分成有限多的层次。
- 均匀量化是把原图像灰度层次从最暗至最亮均匀分为有限个层次，如果采用不均匀分层就称为非均匀量化。

量化示意图



(a) 量化



(b) 量化为8 bit

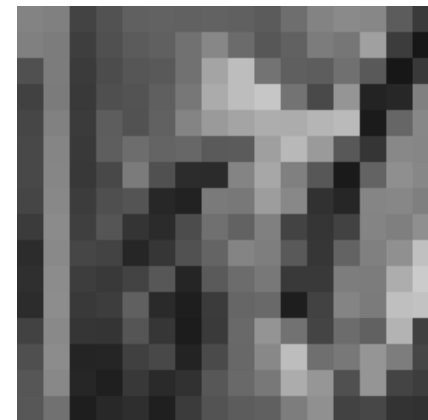
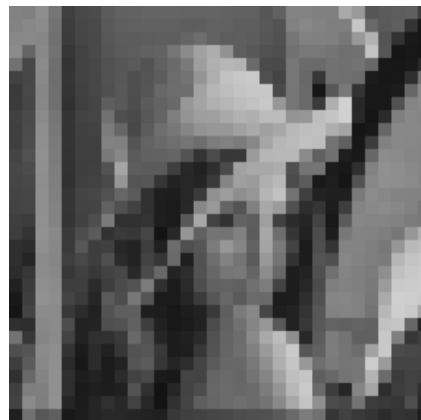
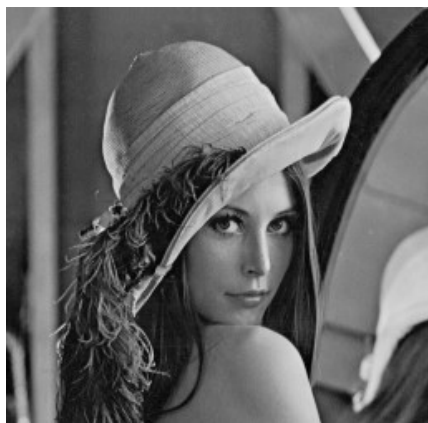
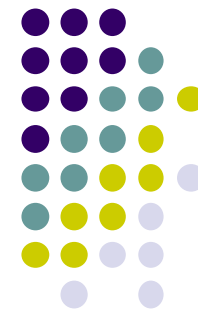




采样点数和量化级数的关系：

- 对一幅图像，当量化级数一定时，采样点数对图像质量有着显著的影响。采样点数越多，图像质量越好；当采样点数减少时，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，采用不同量化级数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，量化级数最小的极端情况就是二值图像，图像出现假轮廓。

采样点数与图像质量之间的关系



- (a) 采样点 256×256 时的图像
- (b) 采样点 64×64 时的图像
- (c) 采样点 32×32 时的图像
- (d) 采样点 16×16 时的图像



量化级数与图像质量之间的关系



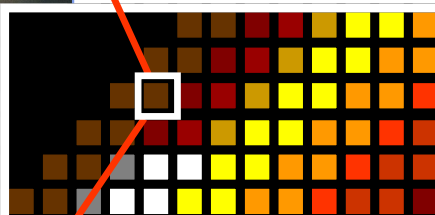
- (a) 量化为2级的Lena图像
- (b) 量化为16级的Lena图像
- (c) 量化为256级的Lena图像



位图中的图像类型

- ◆ 二值图像
- ◆ 灰度图像
- ◆ RGB图像
- ◆ 索引图像
- ◆ YUV图像

数字图像的色彩



图像像点

● 图像由基本显示单元“像素”构成

● 像素由若干个二进制位进行描述

● 二进制位代表图像颜色的数量

● 二进制位与图像之间
存在严格的“位映射”关系

8位图像

16位图像

24位图像



8bit ($2^8 = 256$ 色)

16bit ($2^{16} = 65536$ 色)

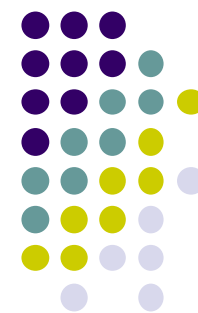
24bit ($2^{24} = 16\text{M}$ 色)



二值图像

图像中只存在0，1两个值。0为黑，1为白。





灰度图像

它可以，的图像（亮度）灰度图像是包含灰度级
该矩阵的每个元素对应于图，看做一个二维矩阵
元素的数值代表一定范围内的，像的每个像素点
。灰度级





RGB 图 像

RGB图像（24位真彩色图像），每个像素点的值可以表示，蓝三原色共同组成、绿、是由红16M种。不同的色彩RGB图像可以看作一个三维矩阵每个二维矩阵代，它是由三个二维矩阵构成的，、表红

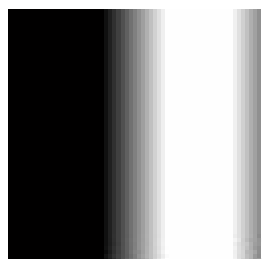
用来，蓝中的一种颜色、绿
。表示该种颜色的深浅程度



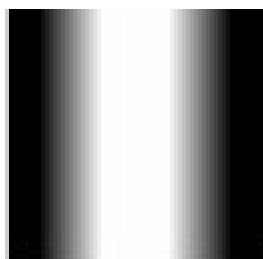


RGB 图 像

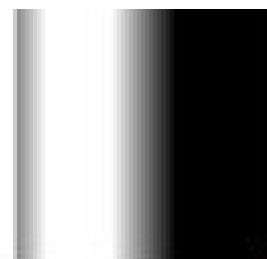
为了更好地说明在RGB图像中所使用的三个不同颜色分量的作用效果，在MATLAB中创建一个简单的RGB图像，该图像包含某一范围内不中断的红、绿、蓝颜色分量。



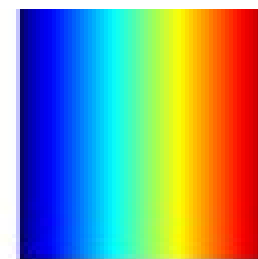
红色分量



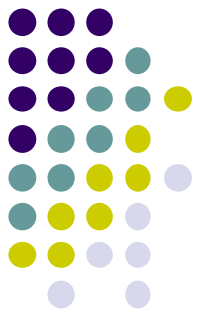
绿色分量



蓝色分量



原始图像



RGB 图 像

对图像的指定层（B）加强，结果出现了常说的“颜色泛蓝”的现象，如下图

原始图像



R层灰度图像



G层灰度图像



B层灰度图像



色彩增强的结果





二值图像、灰度图像及RGB图像



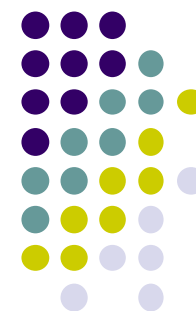


索引图像

索引图像是一种把像素值直接作为RGB调色板下标的图像。一幅索引图包含一个数据矩阵data和一个调色板map。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	125	79	111	98	111	79	125	98	91	112
2	98	112	91	112	79	111	112	79	112	79
3	98	125	98	111	112	98	79	111	112	111
4	106	98	79	112	79	125	98	94	98	79
5	79	125	98	91	98	98	79	111	112	125
6	98	111	112	98	94	111	112	79	98	79
7	112	79	111	94	98	79	111	112	91	112
8	111	112	98	111	112	91	112	79	98	91
9	106	98	79	112	79	98	111	112	111	112
10	111	112	111	91	112	111	94	111	79	98
11	79	98	125	98	112	91	98	112	111	94
12	111	94	111	98	91	112	111	79	112	111

	1	2	3
123	0.59851	0.59851	0.59851
124	0.60194	0.60194	0.60194
125	0.60536	0.60536	0.60536
126	0.60877	0.60877	0.60877
127	0.61218	0.61218	0.61218
128	0.61557	0.61557	0.61557
129	0.61896	0.61896	0.61896
130	0.62234	0.62234	0.62234
131	0.62572	0.62572	0.62572
132	0.62908	0.62908	0.62908
133	0.63244	0.63244	0.63244
134	0.63579	0.63579	0.63579
135	0.63913	0.63913	0.63913
136	0.64247	0.64247	0.64247
137	0.64579	0.64579	0.64579
138	0.64911	0.64911	0.64911
139	0.65243	0.65243	0.65243
140	0.65573	0.65573	0.65573
141	0.65903	0.65903	0.65903
142	0.66232	0.66232	0.66232
143	0.66561	0.66561	0.66561



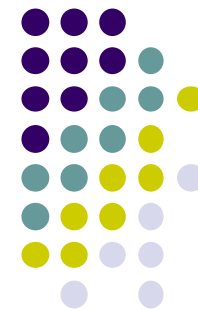
图像基础

常见的一些颜色表示

颜色	R	G	B
红	255	0	0
蓝	0	255	0
绿	0	0	255
黄	255	255	0
紫	255	0	255
青	0	255	255
白	255	255	255
黑	0	0	0
灰	128	128	128

颜色模型

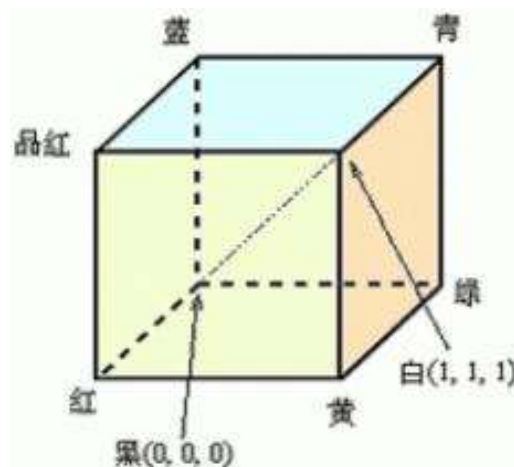
- RGB
- CMY
- YUV
- YCrCb
- HSV



RGB彩色空间



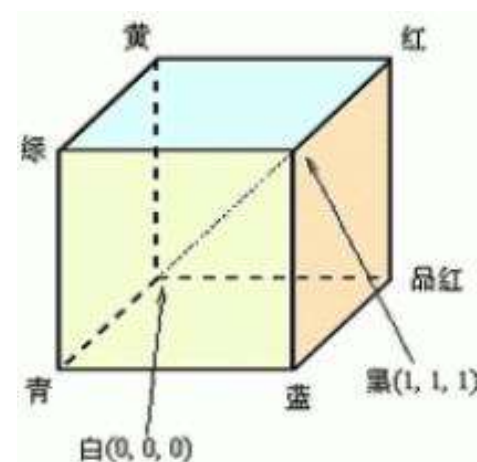
- **RGB**颜色模型主要应用于**CRT**监视器(计算机显示器)和图形刷新设备中。尽管该彩色空间是最普遍的，但是由于**R**、**G**、**B**三色之间存在强烈的相关性



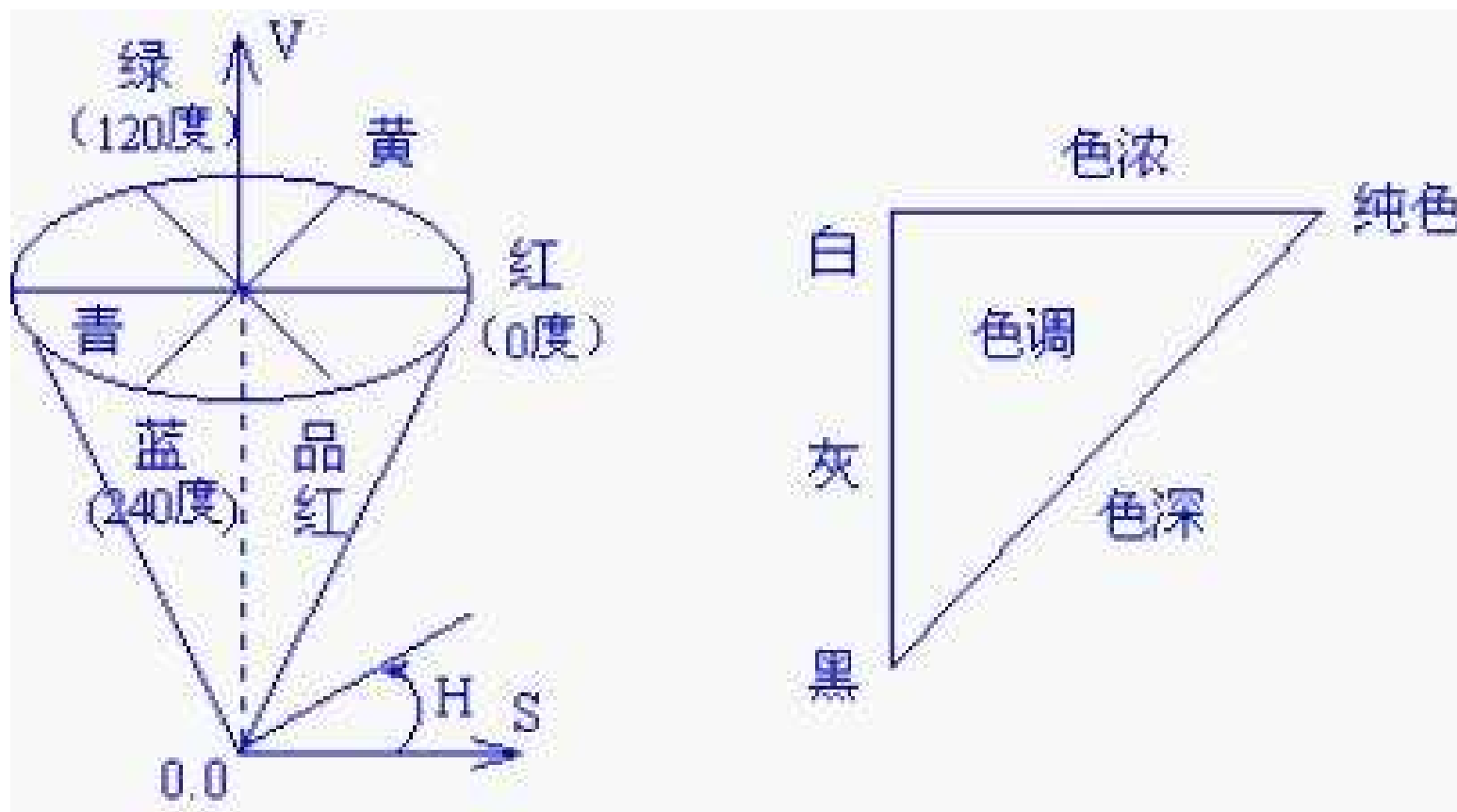
CMY彩色空间



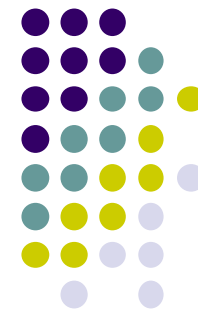
- CMY-在印刷行业，CMY分别是青色（Cyan）、品红（Magenta）、黄色（Yellow）三种油墨色
- CMY常用于从白光中滤去某种颜色，又被称为减性原色系统。
- CMY颜色模型与RGB颜色模型几乎完全相同。差别仅仅在于前者的原点为白，而后者的原点为黑。前者是定义在白色中减去某种颜色来定义一种颜色，而后者是通过从黑色中加入颜色来定义一种颜色。



HSV彩色空间



HSV彩色空间



该模型经常为艺术家所使用。这种格式反映了人类观察色彩的方式，同时也有利于图像处理

优点

亮度（V）与反映色彩本质特性的两个参数——色度（H）和饱和度（S）——分开

光照明暗给物体颜色带来的直接影响就是亮度分量（V），所以若能将亮度分量从色彩中提取出去，而只用反映色彩本质特性的色度、饱和度来进行聚类分析，会获得比较好的效果。这也正是HSV模型在彩色图像处理和计算机视觉的研究中经常被使用的原因

YUV彩色空间



- 一种彩色传输模型，主要用于彩色电视信号传输标准
- **Y**—黑白亮度分量，**U,V**—彩色信息用以显示彩色图像

与RGB之间的转换关系：

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.287 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



YCrCb 彩色空间

- 一种彩色传输模型，主要用于彩色电视信号传输标准方面，被广泛的应用在电视的色彩显示等领域中

人类视觉
感知过程
相类似

应用于电视显
示，视频压缩，
MPGE/JPEG

优点

将色彩中的
亮度分量分
离

计算过程和
空间坐标形
式简单

图像的色彩空间



YUV($Y C_b C_r$)——图像的另一表示方法

Y: 明亮度 U: 色度 V: 浓度

Y: 明亮度 C_b : 蓝色色度 C_r : 红色色度

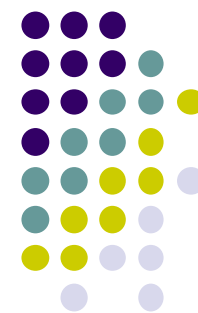


Y



C_b

C_r



图像的色彩空间

采用**YUV**表示的优势:

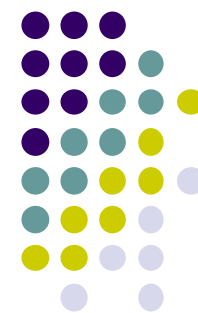
1. Y代表亮度，因此包含了灰度图的所有信息，用同一种方法可以方便地在灰度和彩色图之间切换，**RGB can not**。
2. 人眼对亮度信号非常敏感，而对色差信号的敏感程度相对较弱，因此图像的主要信息包含在Y分量中。有利于进行有效的压缩等处理。

*YUV 与 RGB 的转换公式：



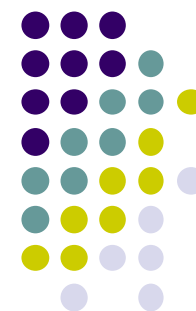
$$\begin{bmatrix} Y & U & V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & G & B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.299 & -0.148 & 0.615 \\ 0.587 & -0.289 & -0.515 \\ 0.114 & 0.437 & -0.100 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R & G & B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y & U & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & -0.395 & -2.032 \\ 1.140 & -0.581 & 0 \end{bmatrix}$$

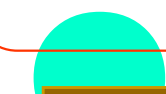


图像基本知识

- 图像基本类型
- 图像基本存储格式
- 图像压缩标准
- 图像信号处理方法
- 图像压缩原理
- 图像质量评价



图像基本存储格式



约定

文件

.BMP

用于Windows

.GIF

用于动画、

.JPG

用于数字图

.TIF

用于专业印

.TGA

用于专业动

.PCD

用于PHOTO





图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

- **BMP是英文Bitmap（位图）的简写，它是Windows操作系统中的标准图像文件格式，能够被多种Windows应用程序所支持。**
- **随着Windows操作系统的流行与丰富的Windows应用程序的开发，BMP位图格式被广泛应用。通用性好。**
- **这种格式的特点是包含的图像信息较丰富，几乎不进行压缩，但由此导致了它与生俱来的缺点--占用存储空间过大。**



图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——文件结构

➤ 位图文件头(bitmap-file header)

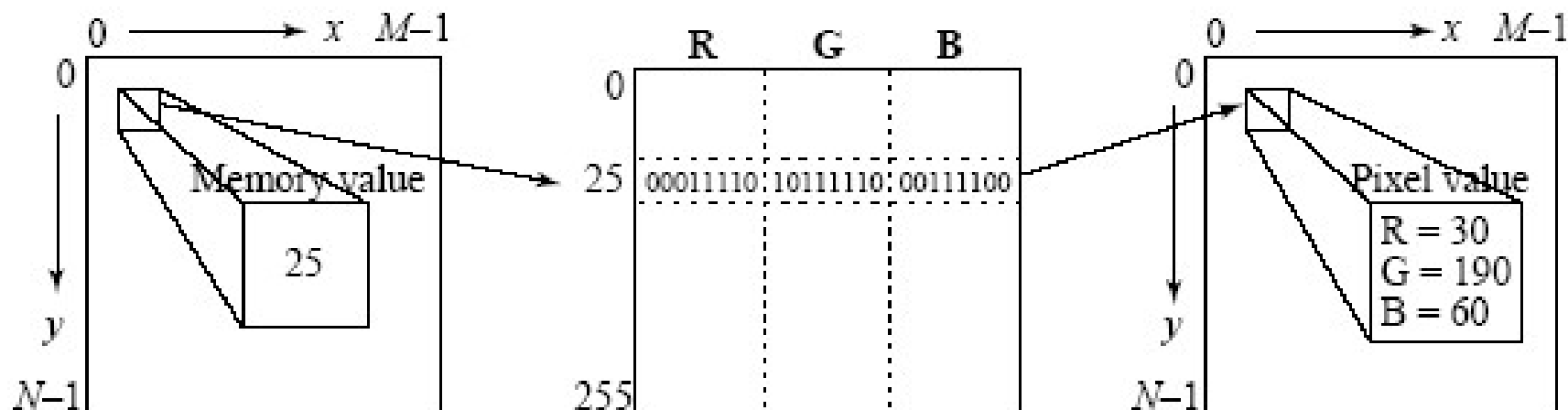
BITMAPFILEHEADER

➤ 位图信息头(bitmap-information header)

BITMAPINFOHEADER

➤ 调色板(Palette) RGBQUAD

➤ 实际的位图数据ImageDate



图像基本存储格式

——BMP图像(位图)



BMP图像——位图文件头结构

```
typedef struct tagBITMAPFILEHEADER {  
    WORD        bfType;  
    DWORD       bfSize;  
    WORD        bfReserved1;  
    WORD        bfReserved2;  
    DWORD       bfOffBits;  
} BITMAPFILEHEADER;
```

➤ 结构长度是固定的，为14个字节，WORD为无符号2字节，DWORD为无符号4字节，各个域的说明如下：

- ❑ bfType：指定文件类型，必须是0x424D，即字符串“BM”，也就是说所有.bmp文件的头两个字节都是“BM”；
- ❑ bfSize：指定文件大小；
- ❑ bfReserved1, bfReserved2：为保留字，不用考虑；
- ❑ bfOffBits：文件头到实际的位图数据的偏移字节数。



图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——位图文件头结构

```
00000000h: 42 4D 38 04 04 00 00 00 00 00 36 04 00 00 28 00 ; BM8.....6...(.
00000010h: 00 00 00 02 00 00 00 02 00 00 01 00 08 00 00 00 ; .....
00000020h: 00 00 00 00 00 00 12 0B 00 00 12 0B 00 00 00 00 ; .....
00000030h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 01 01 00 02 02 ; .....
```



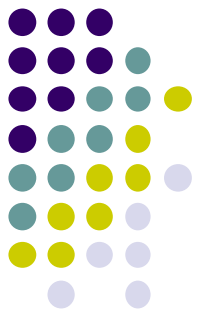
名称	偏移量	数据类型	示例值	示例意义
bfType	0	WORD	42 4d	BM
bfSize	2	DWORD	00 04 04 38	263, 224 字节
bfReserved1	6	WORD	00 00	0
bfReserved2	8	WORD	00 00	0
bfOffBits	10	DWORD	00 00 04 36	1078 字节

图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——位图信息头结构

```
typedef struct tagBITMAPINFOHEADER {  
    DWORD      biSize;           /结构的长度, 为40/  
    LONG       biWidth;         指定图像的宽度, 单位是像素  
    LONG       biHeight;        指定图像的高度, 单位是像素  
    WORD       biPlanes;        图像色彩平面数, 其值固定为1  
    WORD       biBitCount       颜色的位数, 常用的值为1、4、8、24  
    DWORD      biCompression;   位图是否压缩  
    DWORD      biSizeImage;     位图数据占用的字节数  
    LONG       biXPelsPerMeter;  
    LONG       biYPelsPerMeter;  
    DWORD      biClrUsed;  
    DWORD      biClrImportant;  
} BITMAPINFOHEADER;
```





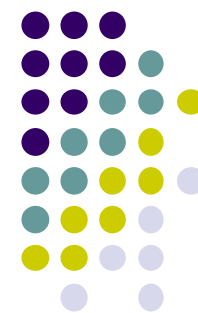
图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——位图信息头结构

```
00000000h: 42 4D 38 04 04 00 00 00 00 00 36 04 00 00 28 00 ; BM8.....6...(.
00000010h: 00 00 00 02 00 00 00 02 00 00 01 00 08 00 00 00 ; .....
00000020h: 00 00 00 00 00 00 12 0B 00 00 12 0B 00 00 00 00 ; .....
00000030h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 01 01 00 02 02 ; .....
```

名称	偏移量	数据类型	长度	说明	示例值	示例意义
biSize	14	DWORD	4	该结构长度	00 00 00 28	40 字节
biWidth	18	LONG	4	图像宽度，单位是像素	00 00 02 00	512
biHeight	22	LONG	4	图像高度，单位是像素	00 00 02 00	512
biplanes	26	WORD	2	图像平面数，固定位 1	00 01	1
biBitCount	28	WORD	2	每个像素的位数	00 08	8—256 色
biCompression	30	DWORD	4	压缩类型	00 00 00 00	0—不压缩
biSizeImage	34	DWORD	4	图像长度	00 00 00 00	0—非压缩数据
biXPelsPerMeter	38	LONG	4	水平分辨率	00 00 0b 12	2843DPM= 72DPI
biYPelsPerMeter	42	LONG	4	垂直分辨率	00 00 0b 12	2843DPM= 72DPI
biClrUsed	46	DWORD	4	使用的色彩数	00 00 00 00	0
biClrImportant	50	DWORD	4	“重要”色彩数	00 00 00 00	0



图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——调色板Palette

```
typedef struct tagRGBQUAD {  
    BYTE    rgbBlue;    //该颜色的蓝色分量  
    BYTE    rgbGreen;   //该颜色的绿色分量  
    BYTE    rgbRed;     //该颜色的红色分量  
    BYTE    rgbReserved; //保留值  
} RGBQUAD;
```

- 调色板实际上是一个数组，数组中每个元素的类型是一个RGBQUAD结构，占4个字节。
- 结构中RGB分量是倒向存储的，即存储的顺序是BGR。



图像基本存储格式

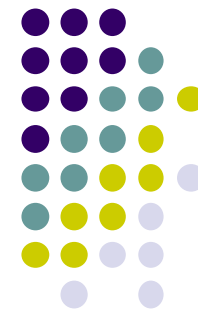
——BMP图像(位图)

BMP图像——调色板Palette

```
00000000h: 42 4D 38 04 04 00 00 00 00 00 36 04 00 00 28 00 ; BM8.....6...{.  
00000010h: 00 00 00 02 00 00 00 02 00 00 01 00 08 00 00 00 ; .....  
00000020h: 00 00 00 00 00 00 12 0B 00 00 12 0B 00 00 00 00 ; .....  
00000030h: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 01 01 00 02 02 ; .....  
00000040h: 02 00 03 03 03 00 04 04 04 00 05 05 05 00 06 06 ; .....
```

数据名称	偏移量	数据类型	说明	示例值0	示例值1	示例含义
rgbBlue	0	BYTE	蓝色值	00	01	灰度图像 共256级
rgbGreen	1	BYTE	绿色值	00	01	
rgbRed	2	BYTE	红色值	00	01	
rgbReserved	3	BYTE	保留值	00	00	

图像基本存储格式



——BMP图像(位图)

BMP图像——图像实际数据

- 调色板的位图，图像数据就是该像素颜色在调色板中的索引值；真彩色图，图像数据就是实际的RGB值；
- 2色位图，用1位就可以表示该像素的颜色，一般0表示黑，1表示白，所以一个字节可以表示8个像素；
- 16色位图，用4位可以表示一个像素的颜色，所以一个字节可以表示2个像素；
- 256色位图，一个字节刚好可以表示1个像素；
- 真彩色图，三个字节才能表示1个像素。
 - 每一行的字节数必须是4的整倍数，如果不是，则需要补齐。
 - *.bmp文件的数据从下到上，从左到右存储。也就是说，从文件中最先读到的是图像最下面一行、左边的第一个像素，然后是左边的第二个像素……接下来是倒数第二行左边的第一个像素，左边的第二个像素……依次类推，最后得到的是最上面一行最右的一个像素。



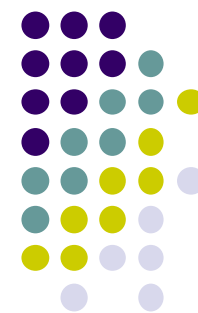
图像基本存储格式

——BMP图像(位图)

BMP图像——图像实际数据

```
00000420h: FA 00 FB FB FB 00 FC FC FC 00 FD FD FD 00 FE FE ; ? ? ? ?  
00000430h: FE 00 FF FF FF 00 2E 2E 38 35 38 33 34 35 3B 35 ; ? ...858345;5  
00000440h: 31 34 37 37 4E 6A 8F B8 C2 C3 C3 C7 C4 C6 C6 C1 ; 1477Nj往旅们钠屏  
00000450h: C0 BF B7 B1 9F 77 69 6E 78 85 8A 90 9B A0 A5 A4 ; 携繁烤inx屏惊膀?
```

- 如图 2.12所示是文件Lena.bmp的部分图像数据，2E即图像左下角点(511, 0)点的调色板编号值，之后的两个字节值分别为2E和38，分别对应图像中位置(511, 1)和(511, 2)的调色板编号值。
- 2E用十进制表示：46；38用十进制表示：56。因此像素点(511, 0)和 (511, 1)对应的RGB是(46,46,46)；(511, 2)对应的RGB是(56,56,56)。



需掌握的内容

- 图像的数字化过程
- 数字图像有哪几种色彩空间
- 位图的图像类型
- 数字图像的基本存储格式
- 人类的视觉特性



休息中。。。○ ○ ○





欢迎大家继续讨论！

