



华中科技大学

图像数字化技术

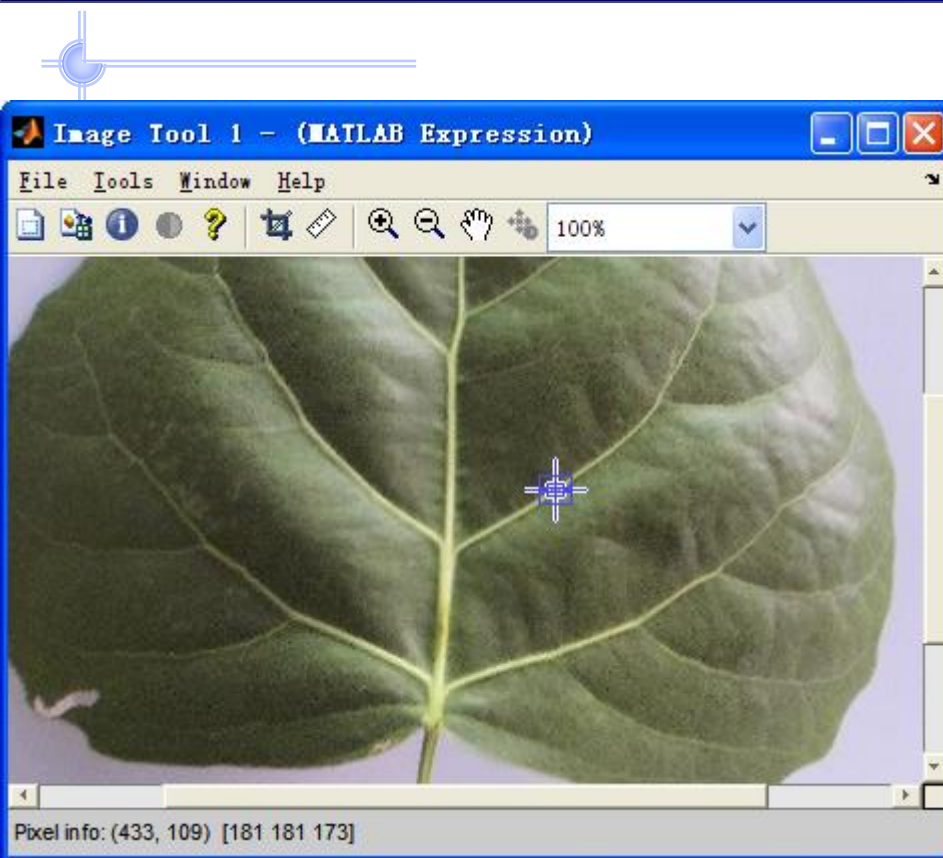
许向阳

xuxy@hust.edu.cn

计算机学院医学图像信息研究中心



图像是什么？



Pixel Region (Image Tool 1)

File Edit Window Help

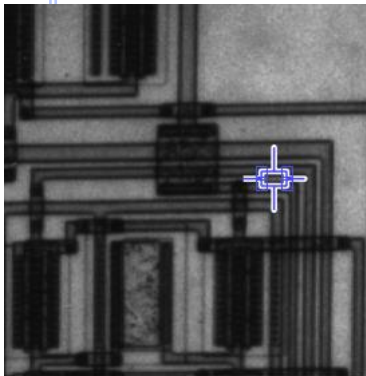
77	R: 84	G: 86	G: 88	G: 82	G: 87	G:104	G:136	G:17
53	B: 58	B: 58	B: 60	B: 54	B: 56	B: 72	B: 99	B:13
77	R: 81	R: 88	R:103	R:112	R:128	R:151	R:173	R:17
77	G: 81	G: 88	G:103	G:113	G:129	G:152	G:175	G:17
53	B: 55	B: 60	B: 75	B: 82	B: 98	B:120	B:136	B:13
79	R: 80	R: 91	R:118	R:142	R:167	R:194	R:167	R:14
80	G: 81	G: 95	G:122	G:146	G:171	G:198	G:172	G:14
49	B: 49	B: 60	B: 87	B:111	B:136	B:161	B:132	B:10
80	R: 83	R:116	R:161	R:181	R:166	R:141	R:118	R:12
86	G: 89	G:124	G:170	G:190	G:175	G:150	G:125	G:12
42	B: 45	B: 77	B:123	B:143	B:128	B:105	B: 83	B: 8
111	R:147	R:171	R:169	R:151	R:128	R:113	R:116	R:11
117	G:155	G:181	G:182	G:164	G:141	G:125	G:128	G:12
69	B:104	B:129	B:129	B:111	B: 88	B: 75	B: 82	B: 8
160	R:185	R:177	R:142	R:113	R:106	R:112	R:121	R:12
166	G:193	G:187	G:154	G:125	G:118	G:124	G:132	G:13
118	B:142	B:135	B:104	B: 75	B: 68	B: 76	B: 89	B: 9
179	R:159	R:132	R:108	R:101	R:111	R:123	R:120	R:12
187	G:169	G:142	G:120	G:113	G:123	G:135	G:133	G:13

Pixel info: (367, 222) [86 87 56]

```
I=imread('树叶_1M.JPG');
imtool(I)
```

I是 480*640*3的矩阵

图像是什么？



60	59	59	59	58	57	58	59	58	58	55	55	59	59	60	58	55	57	58
48	47	46	46	45	45	44	43	43	44	45	42	45	47	46	46	44	46	46
37	36	35	37	37	35	34	32	32	34	35	35	36	36	35	37	34	36	38
38	39	43	45	45	43	42	39	41	43	42	44	45	43	42	45	42	44	49
57	58	65	67	68	65	64	64	67	68	68	69	72	73	71	68	71	71	77
80	77	81	86	83	79	81	84	91	91	85	83	86	95	97	93	96	95	97
81	79	77	80	79	76	77	79	87	90	79	76	78	85	90	90	87	87	87
59	59	56	56	57	55	54	55	60	62	56	54	56	58	60	60	55	56	57
39	41	41	37	37	40	39	40	41	40	37	36	36	38	38	40	36	36	35
42	45	45	39	41	47	47	46	45	45	43	44	43	43	44	45	43	41	38
59	61	59	55	60	62	62	61	62	62	61	61	61	63	64	62	59	59	57

彩色图像 → 灰度图像

$$g = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$$



图像处理有哪些？

放大、缩小、旋转 等 几何变换
调节亮度、调整对比度、调整色彩
美颜（去斑）、黑白图像上色
PS（增加、裁剪、修改目标）
去噪、去模糊、去雾
图像拼接
目标定位、目标检测、目标分割
.....





图像处理的本质是什么？

对给出的矩阵进行处理得到期望的新矩阵

已知： A_1 、 A_2 、

计算： B_1 、 B_2 、

要求： 满足.....约束条件， 或者， 使得目标函数
 $f(B_1, B_2, \dots)$ 达到最大/最小



矩阵拆分示例

10	15	9
12	20	11
8	10	18

10	0	0
0	0	0
0	0	0

0	15	0
0	0	0
0	0	0

0	0	9
0	0	0
0	0	0

0	0	0
12	0	0
0	0	0

0	0	0
0	20	0
0	0	0

0	0	0
0	0	11
0	0	0

0	0	0
0	0	0
8	0	0

0	0	0
0	0	0
0	10	0

0	0	0
0	0	0
0	0	18





矩阵拆分示例

10	15	9
12	20	11
8	10	18

串行化

(10,15, 9, 12, 20, 11, 8, 10, 18)

10 * (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
15 * (0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
9 * (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
12 * (0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)
20 * (0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)
11 * (0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)
8 * (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0)
10 * (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0)
18 * (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)

M*N 的图像

M*N 维空间下的
一个点



矩阵拆分示例

10	15	9
12	20	11
8	10	18

位平面:

用二进制编码像素值

每一位对应一幅图

0	0	0
0	16	0
0	0	16

8	8	8
8	0	8
8	8	0

0	4	0
4	4	0
0	0	0

2	2	0
0	0	2
0	2	2

0	1	1
0	0	1
0	0	0

矩阵拆分示例

10	15	9
12	20	11
8	10	18

均值 与 残差

13	13	13
13	13	13
13	13	13

-3	2	-4
-1	7	-2
-5	-3	5



华中科技大学

图像处理方法

对矩阵进行处理

矩阵论

概率论

图 论

微积分

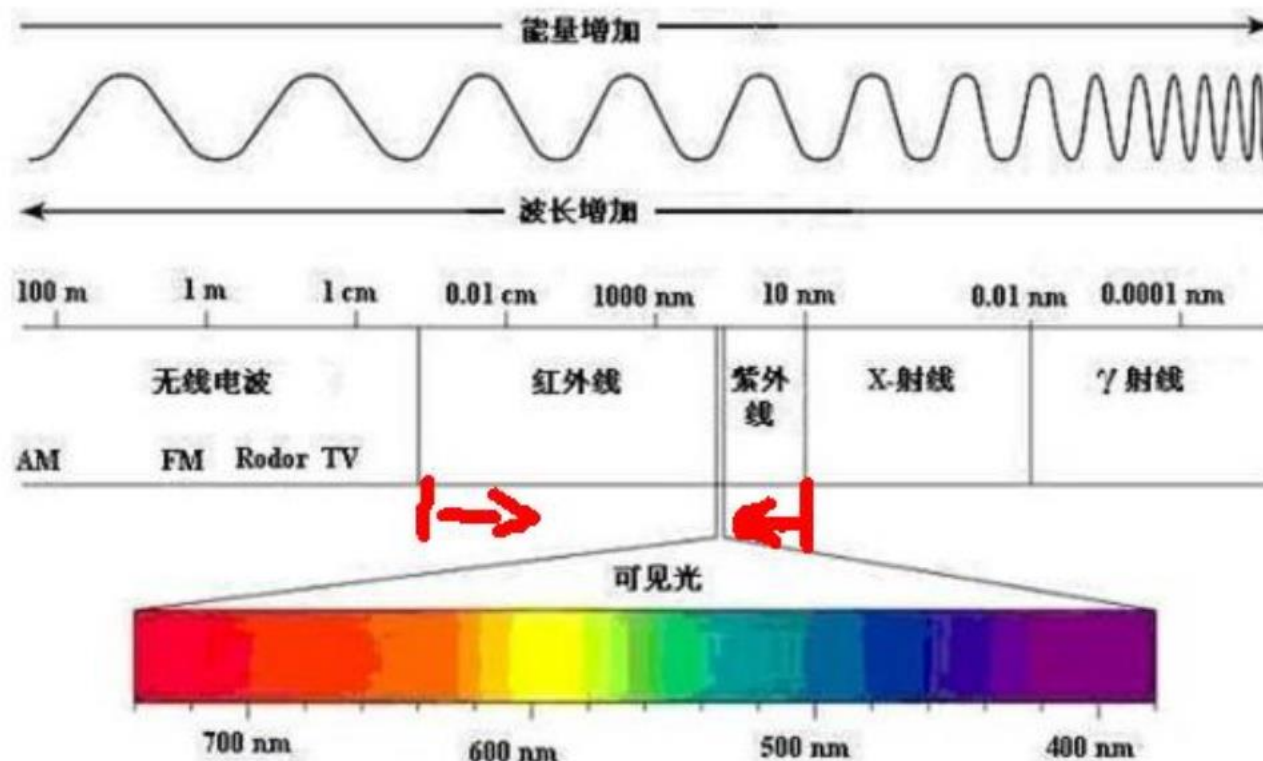
数字信号变化

形态学

深度学习的方法



图像是如何得到的？



电磁波：可见光（波长 380 纳米~780纳米）、不可见光

γ 射线、x射线、紫外线、可见光、红外线、无线电波

图像是如何得到的？

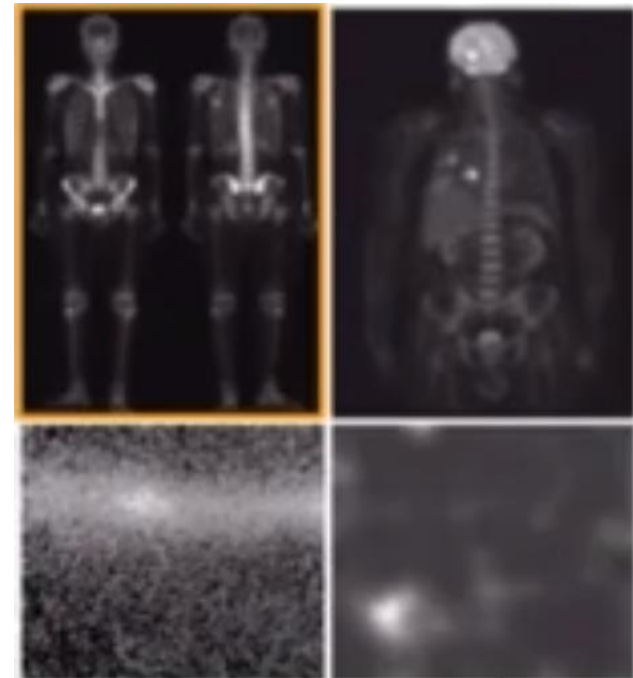
γ （伽马）射线成像

- 穿透力很强，一般建筑物无法屏蔽
- 核医学、天文观测、核工业
- 同位素扫描 **ECT**

Emission Computed Tomography

- 正电子放射 **PET**

Positron Emission Tomography



骨骼ECT

人体PET

天鹅星座环

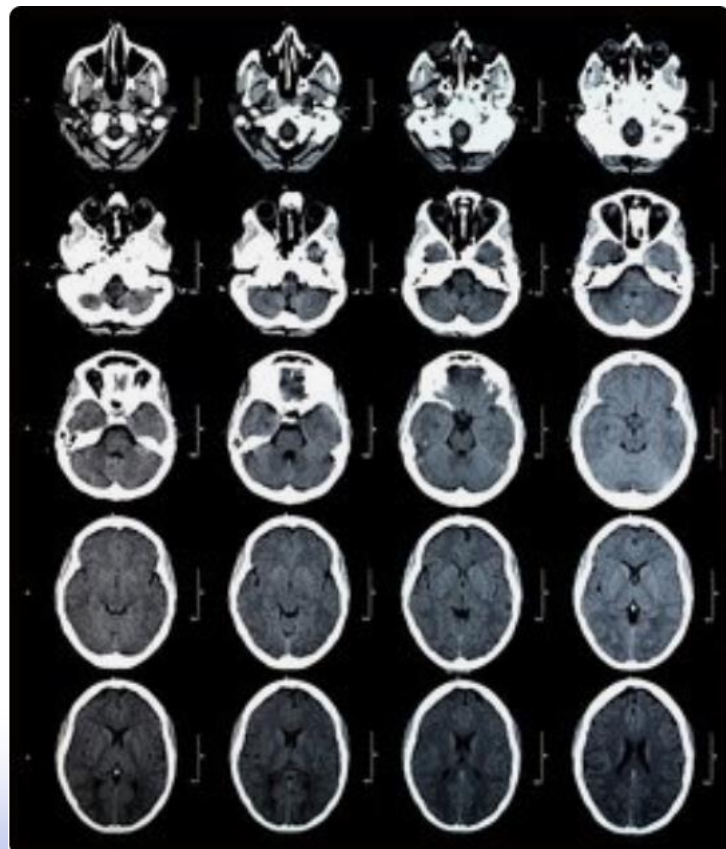
核反应器电
子管辐射

图像是如何得到的？

x 射线成像

- 穿透力较强
- 医学诊断、工业、其他领域

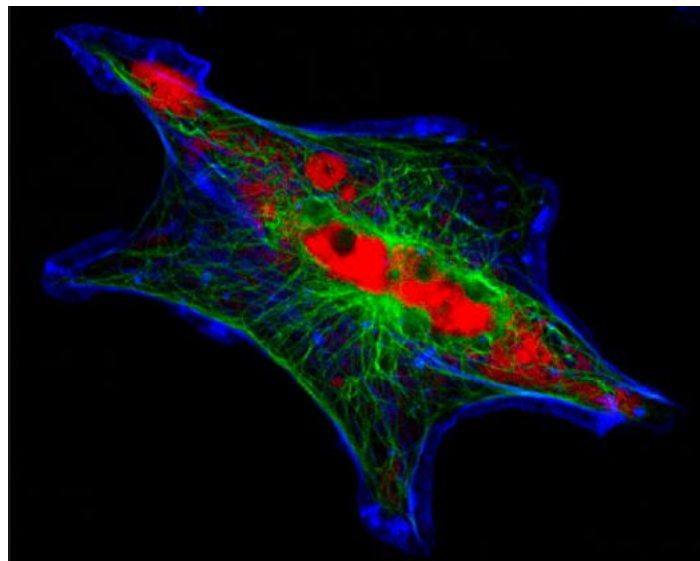
X 光片、CT



图像是如何得到的？

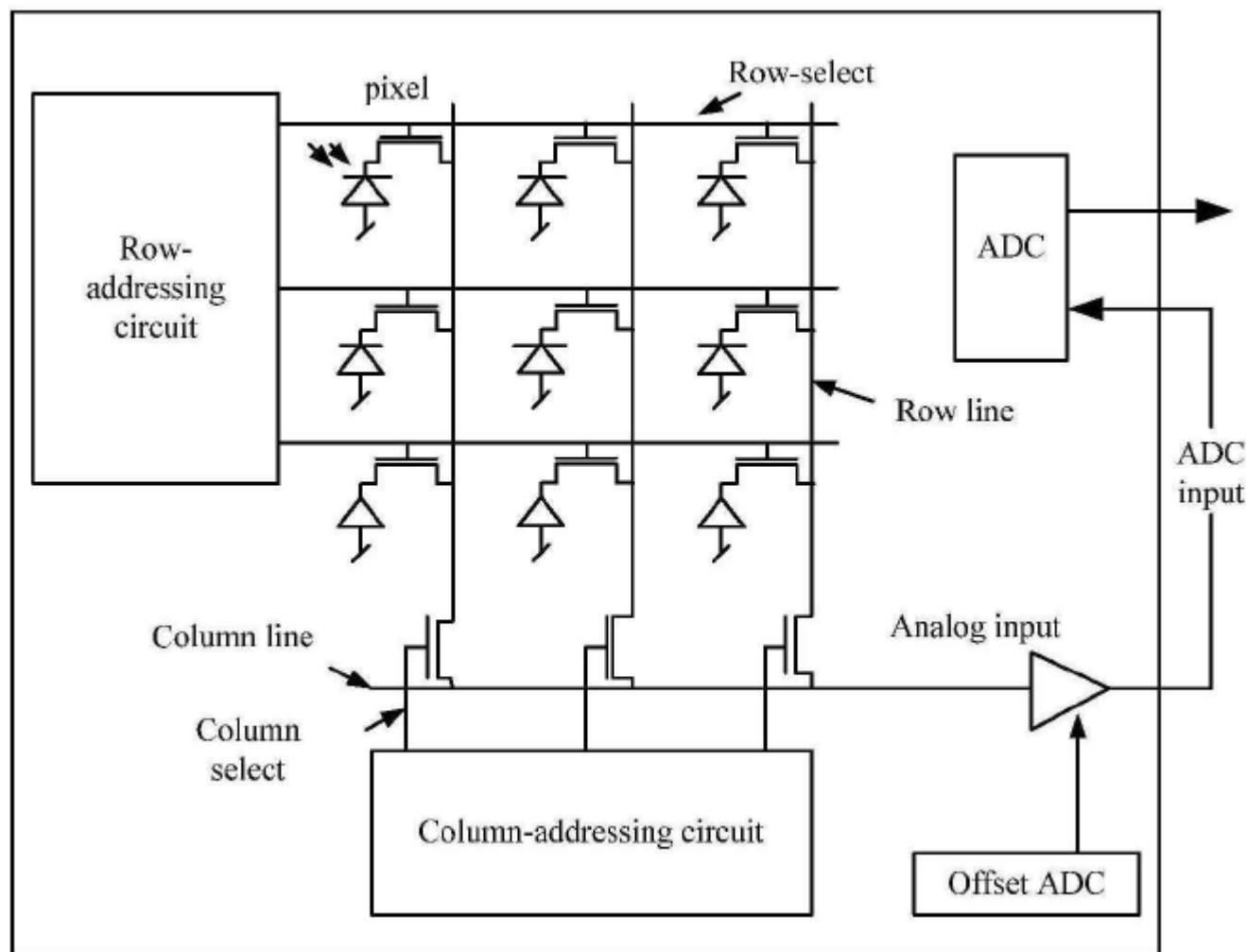
紫外线成像

- 平板印刷技术、工业检测、生物监测、天文观测
- 荧光显微镜成像



人类神经母细胞荧光显微图像

可见光学成像



CMOS 图像传感器的原理框图



光学成像

- 光照射到像素阵列上时,光电效应发生,光积分开始
- 像素单元内产生相应的光生电荷
- 在行选逻辑控制下,选通相应的行像素单元
- 在列选逻辑的控制下,选通相应的列像素单元
- 像元的信号依次通过各自所在的列总线将信号传输到相应的模拟信号处理单元
- 模拟信号通过**A/D**转换器,转换为数字信号输出。





光学成像

为什么数码相机可以拍出彩色照片？

人眼圆锥细胞对红、绿、蓝三种颜色特别敏感

彩色胶卷底片之上依次有三个感光层，分别对红、绿、蓝三种颜色进行曝光，最后叠加形成一张彩色底片





光学成像

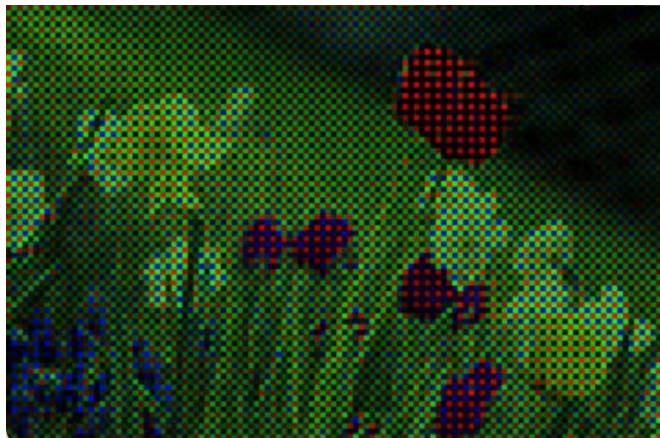
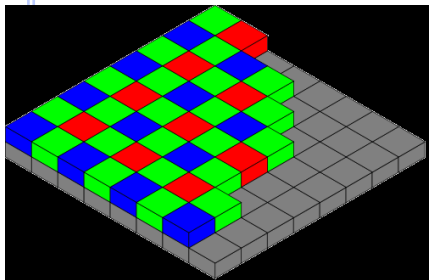
方案1:

照相机内置三个图像传感器，分别记录红、绿、蓝三种颜色。这种方法能产生最准确的颜色信息，但是成本太高，无法投入实用。



光学成像

方案2: 只用一块图像传感器，在图像传感器前面，设置一个滤光层，上面布满了滤光点，与下层的像素一一对应。每个滤光点只能通过红、绿、蓝中的一种颜色。



由中间的图像，采用“去马赛克”（**demosaicing**）方法，计算出 右边的图像。

布赖斯·拜尔，"拜尔滤光法"（**Bayer filter**）

红外成像



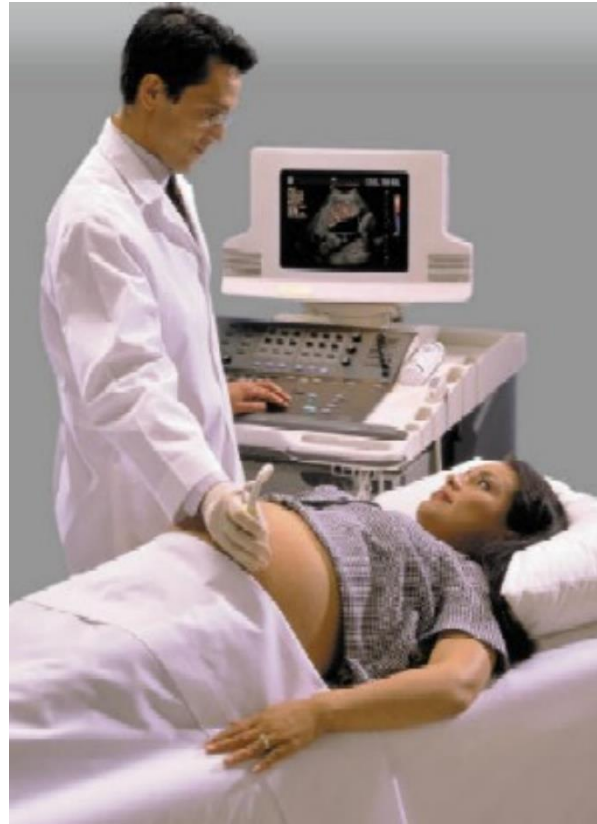
图像是如何得到的？

微波成像

- 雷达
- 全天时、全天候采集数据
- 穿透云层



超声 (UltraSound) 成像

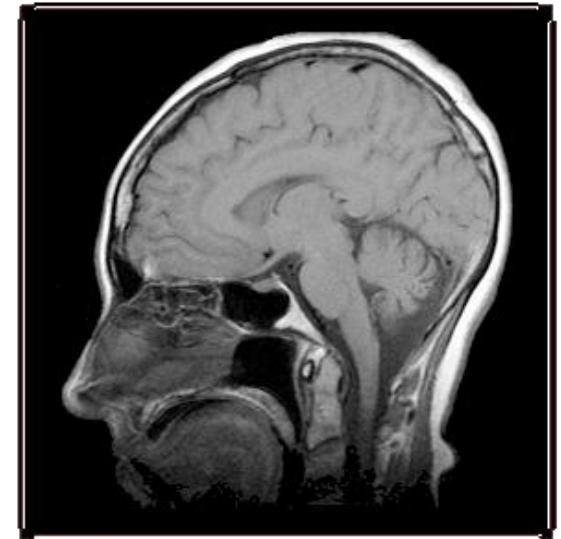


Ultrasound examination during pregnancy

磁共振（Magnetic Resonance）成像



華中科技大學



灰度圖像與彩色圖像

```
I=imread( 'onion.png' );  
figure, imshow(I)  
J=rgb2gray(I);  
figure, imshow(J)  
% g = 0.2989 *R + 0.5870 * G +0.1140 * B
```



灰度图像与彩色图像

```
figure, imshow(J, winter);  
    title('colormap : winter');  
figure, imshow(J, spring);  
    title('colormap : spring');
```

colormap : winter



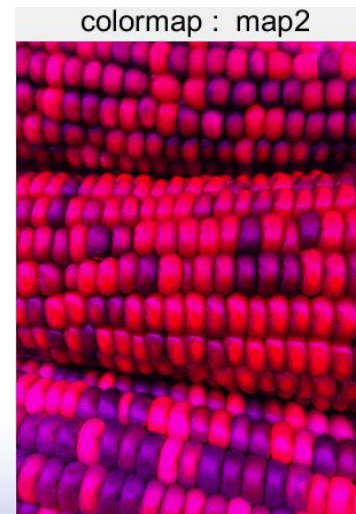
colormap : spring



灰度图像与彩色图像

```
[K, map]=imread('corn.tif');
figure,imshow(K, map);
map1=map;
map1(:,1)=0;
figure,imshow(K,map1); title('colormap : map1');
map2 = map;
map2(:,2)=0;
figure,imshow(K,map2); title('colormap : map2');
```

map			
256x3 double			
	1	2	3
1	0.0588	0.0196	0.0471
2	0.3647	0.3647	0.3922
3	0.5765	0.0078	0.0667
4	0.9451	0.6627	0.2784
5	0.7686	0.4353	0.1255
6	0.3098	0.0078	0.0510
7	0.6000	0.1686	0.2588
8	0.6314	0.6627	0.6902
9	0.3373	0.1569	0.2118





灰度图像与彩色图像

不同的颜色空间 RGB、Lab、Luv、LCh、Yxy、CMYK、Hex

帮助

Documentation

Search Help

CONTENTS

Close

< Documentation Home

< Image Processing Toolbox

i

< Import, Export, and Conversion

Read and Write Image Data from Files

Read and Write Image Data from DICOM Files

High Dynamic Range Images

Large Image Files

Image Type Conversion

Image Sequences and Batch Processing

Color

Synthetic Images

converting color data from one color space to another. The toolbox also support International Color Consortium (ICC) profiles for describing colors.

Functions

rgb2lab	Convert RGB to CIE 1976 L*a*b*
rgb2ntsc	Convert RGB color values to NTSC color space
rgb2xyz	Convert RGB to CIE 1931 XYZ
rgb2ycbcr	Convert RGB color values to YCbCr color space
lab2rgb	Convert CIE 1976 L*a*b* to RGB
lab2xyz	Convert CIE 1976 L*a*b* to CIE 1931 XYZ
xyz2lab	Convert CIE 1931 XYZ to CIE 1976 L*a*b*
xyz2rgb	Convert CIE 1931 XYZ to RGB
ycbcr2rgb	Convert YCbCr color values to RGB color space
ntsc2rgb	Convert NTSC values to RGB color space

采样与量化



华中科技大学

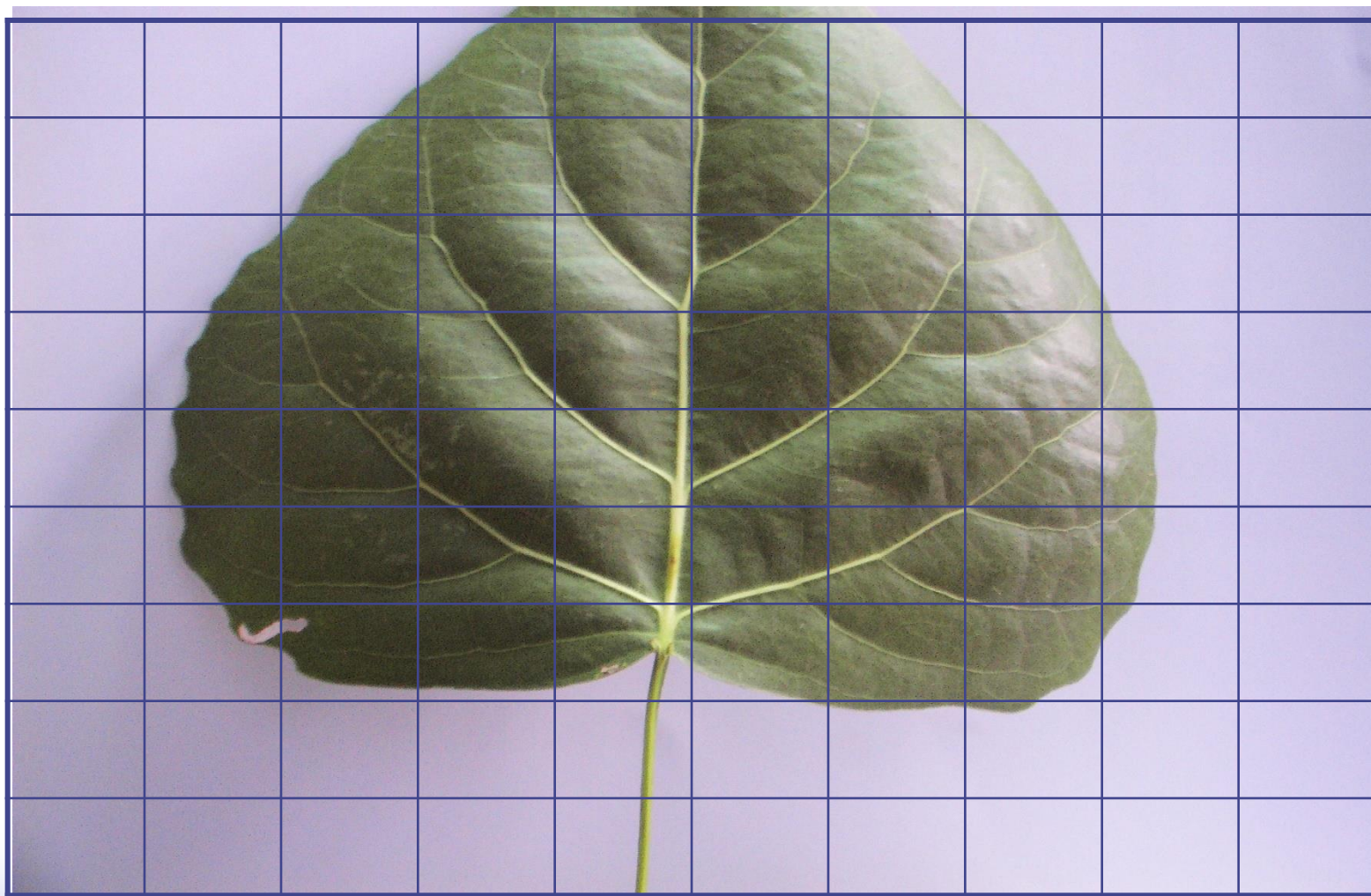
成像的核心——采样与量化



采样与量化



华中科技大学



采样与量化



华中科技大学

图像的获取说明：

同一片树叶（位置固定），

相机固定

两次拍摄，改变了图像像素数目。

在AcdSee等软件下仔细观察，

找出两幅图像的差异。

Why?



采样与量化



华中科技大学



树叶_5M



采样与量化



华中科技大学



树叶_1M





采样与量化

两幅树叶图像有差别的原因分析：

➤ 像素代表的物理尺寸不同；

➤ 一个像素的颜色是

一个网格中物理对象的颜色均值；

➤ 小尺寸网格（即像素点多）的图像要清晰些。

成像设备的**分辨率**:

空间采样 – 空间分辨率 Resolution

像素越多, (空间)分辨率越高。

像素越少, (空间)分辨率越低。

Question:

低分辨率的图像能否通过放大获得
高分辨率图像的效果, Why?

Question:

树叶未变、相机的相对位置也没有变化，为什么低分辨率的图像在屏幕上看起来要小一些，Why?

为什么同一图像在有的显示器上显示得大，而在有的显示器上显示得小？

显示设备的分辨率

分辨率



华中科技大学

- 成像设备的分辨率
- 显示设备的分辨率
- 人眼的分辨率
- 打印设备的分辨率

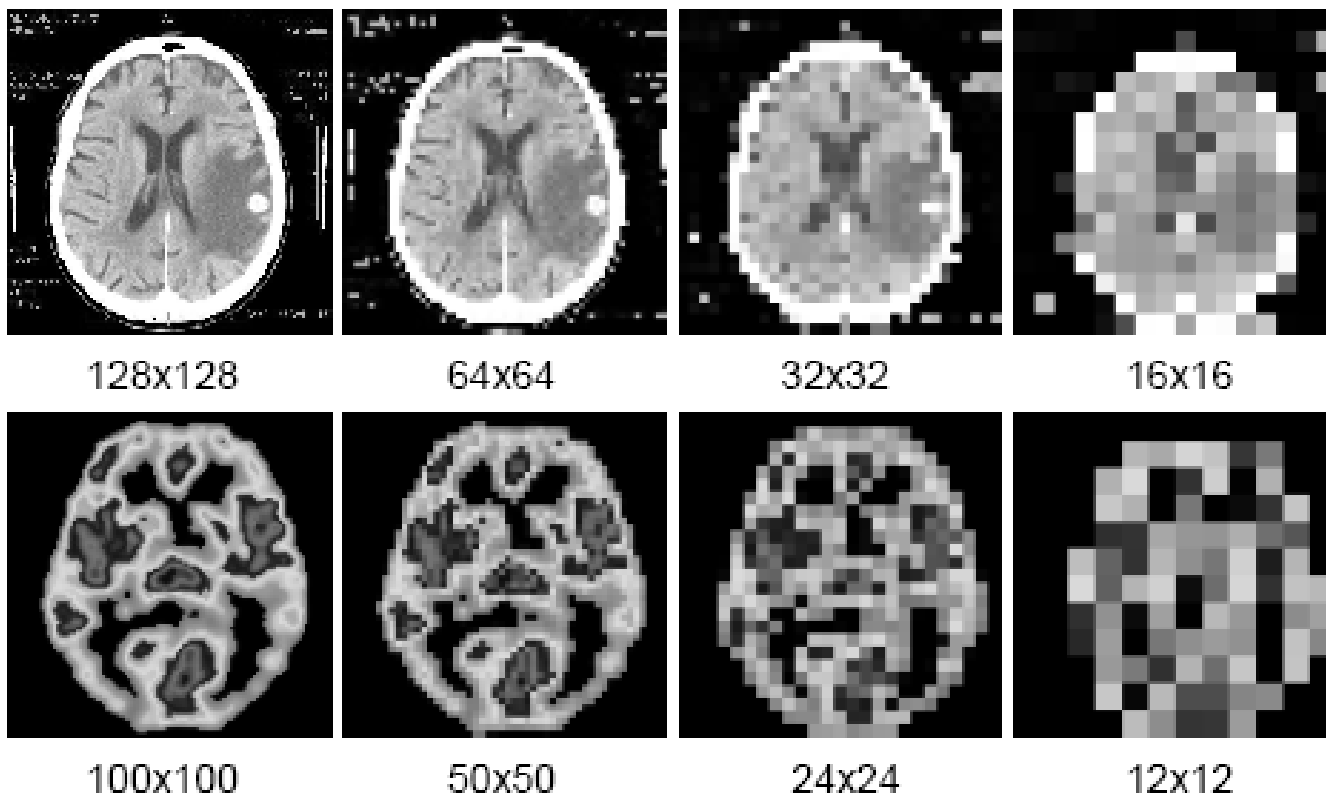
信息处于加工处理的各个阶段



空间分辨率



华中科技大学



The spatial resolution of an image is the physical size of a pixel in an image



空间分辨率



华中科技大学



1024



512



256



128



64



32

实验：用ACDSee看不同大小的图像



空间分辨率



华中科技大学

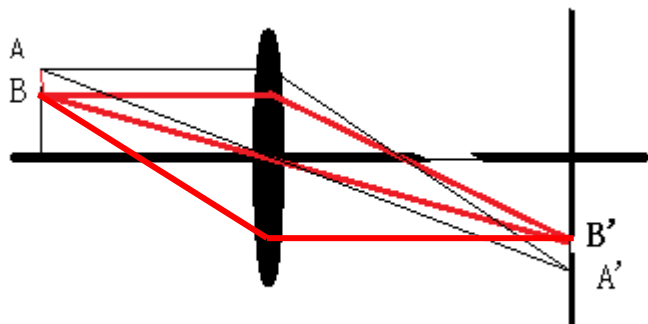
近视眼 为何 视物不清，感到模糊？



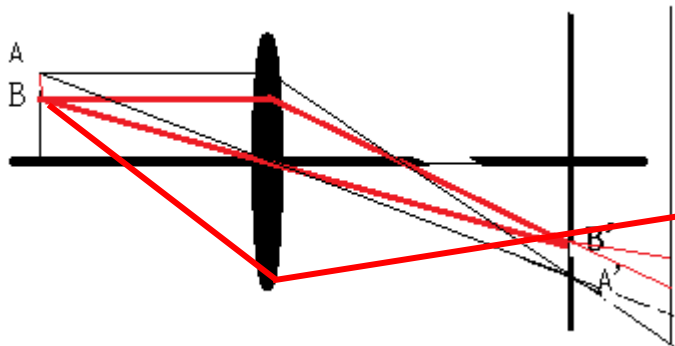
空间分辨率



华中科技大学

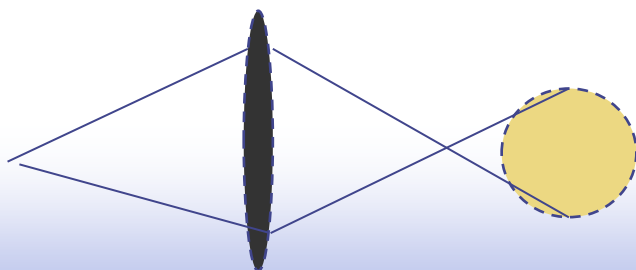


正常眼



近视眼

- 空间中的一个点的光线对多个视网膜细胞有影响；
- 一个细胞接受到多个点的光影响；



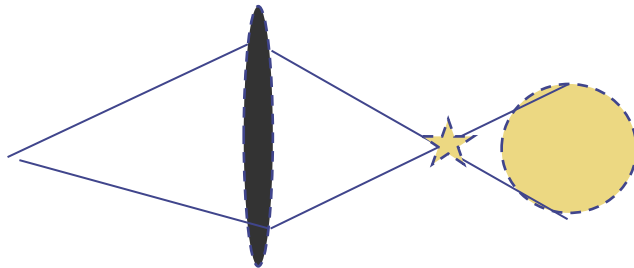
点扩散函数 **PSF**

Point Spread Function

输入为一点光源时其输出像的光场分布



空间分辨率



点扩散函数 PSF

输入为一点光源时其输出像的光场分布

- 可以用一个模板来描述扩散系数
- 每个系数 大于等于 0
- 系数总和为 1

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

0	1/5	0
1/5	1/5	1/5
0	1/5	0

h_{-11}	h_{01}	h_{11}
h_{-10}	h_{00}	h_{10}
h_{-1-1}	h_{0-1}	h_{1-1}

Q: 如何模拟计算 一个图像的扩散结果?



空间分辨率

方法1:

假设图像只有一个点的值非0，其它点的值均为0，扩散结果如何计算？

对图像中的每一点，都将其扩散，模糊图像是各个点扩散结果之和。

原图 I ，模糊图 $J = 0$;

```
for 原图的每一个点  $(x,y)$  {  
    将  $I(x,y)$  扩散到  $J$  中，并与之前的 $J$ 累加  
     $J(x,y) += I(x,y) * h_{00}$ ;  
     $J(x+1,y+1) += I(x,y) * h_{11}$ ;  
     $J(x-1,y-1) += I(x,y) * h_{-1,-1}$  .....  
}
```





空间分辨率

方法2:

图像中所有的点，都会按相同的扩散系数 留给自己；

$$J00(x,y) = I(x,y) * h00 \quad \text{对所有的 } (x,y)$$

图像中所有的点，都会按相同的扩散系数 给自己的左上角点；

$$J11(x+1,y+1) = I(x,y) * h11 \quad \text{对所有的 } (x,y)$$

$$\text{or } J11(x,y) = I(x-1,y-1) * h11$$

.....

最后的结果：

$$J(x,y) = J00(x,y) + J11(x,y) + \dots$$





空间分辨率

方法3:

对模糊图像中所有的每一点，都会受到原图像的多个点的影响。

$$J(x,y) = I(x,y)*h_{00} + f(x-1,y-1)*h_{11} + f(x+1,y+1)*h_{-1-1} + \dots$$

密度分辨率



华中科技大学

像素的颜色取值范围？



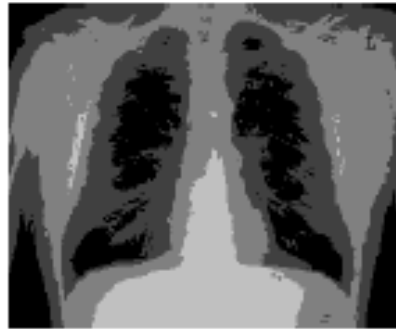
密度分辨率



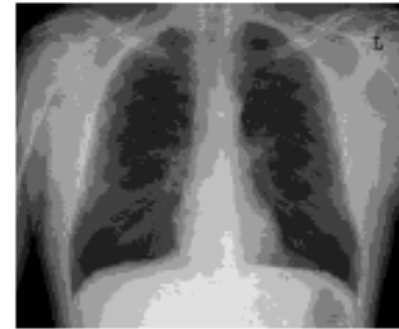
华中科技大学



$n=2$



$n=4$



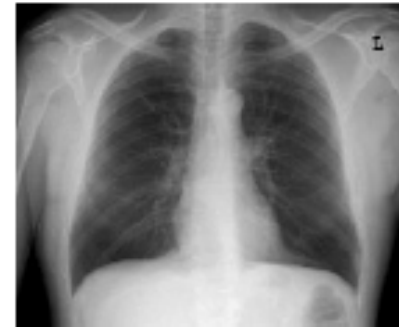
$n=8$



$n=16$



$n=64$



$n=256$

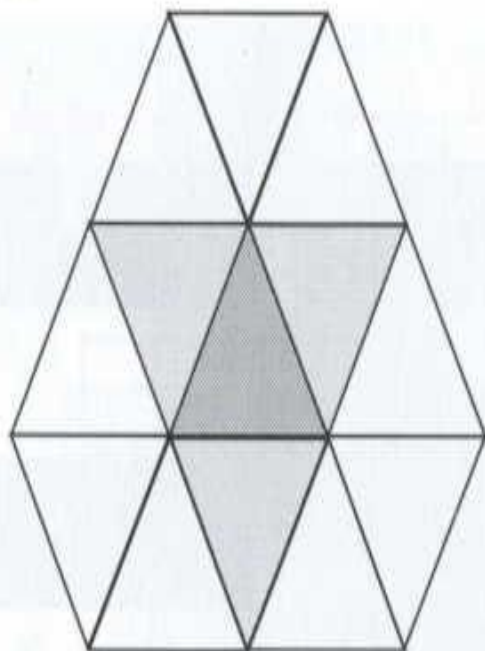


采样与量化

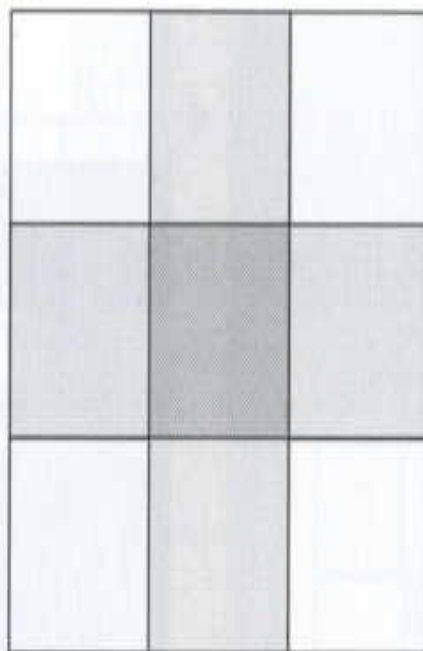


华中科技大学

a



b



c

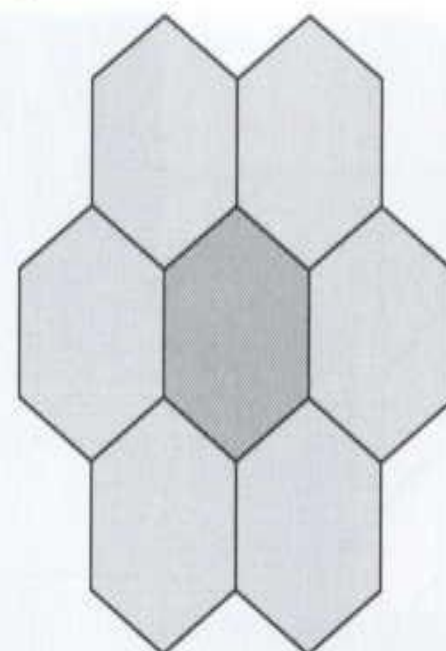


Figure 2.3: The three possible regular grids in 2-D: a triangular grid, b square grid, c hexagonal grid.

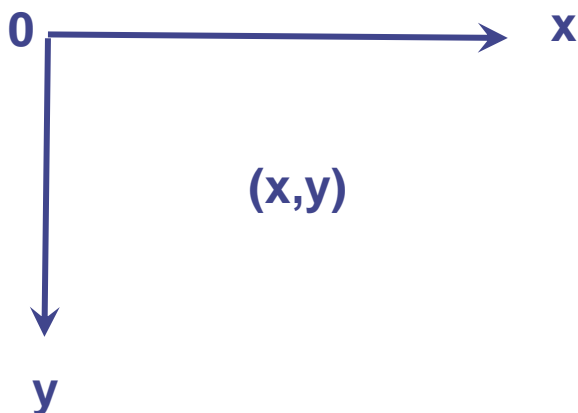


坐标系



华中科技大学

计算机显示区的坐标（默认情况下）



CDC::MoveTo

CDC::SetPixel

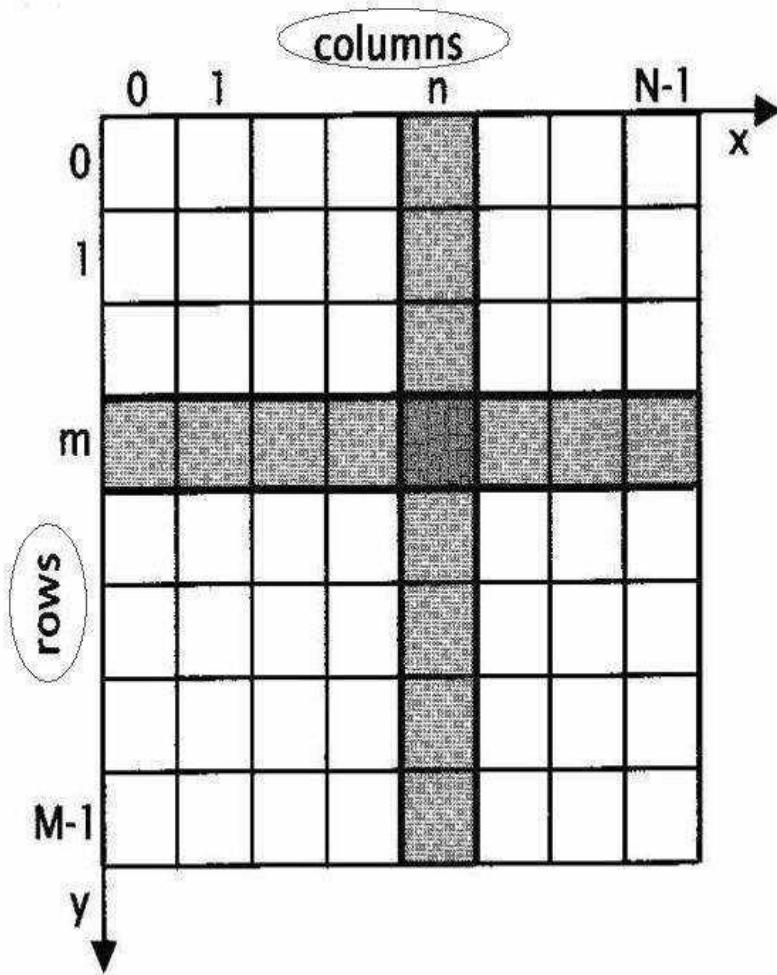
.....

```
COLORREF SetPixel( int x, int y, COLORREF crColor );  
CPoint MoveTo( int x, int y );
```

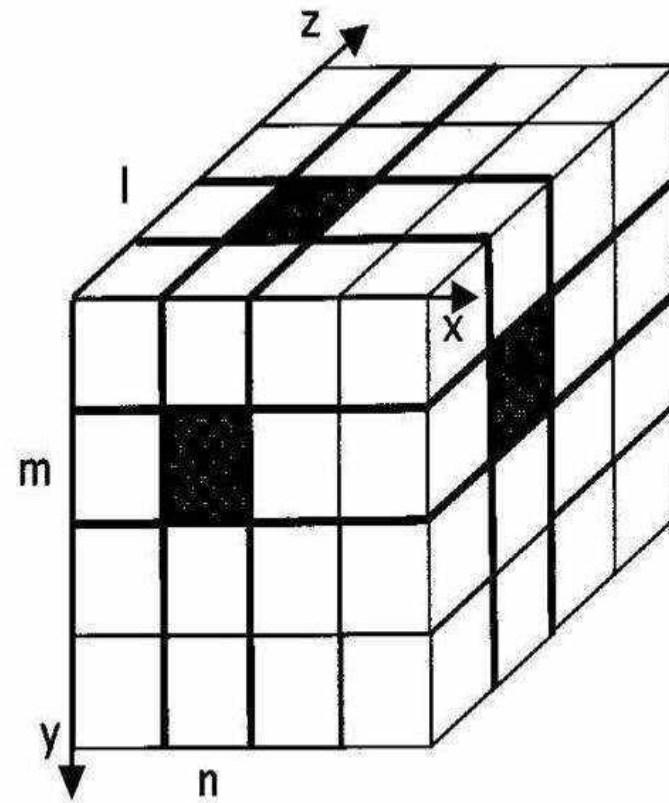


坐标系

矩阵（行，列）



矩阵（层，行，列）



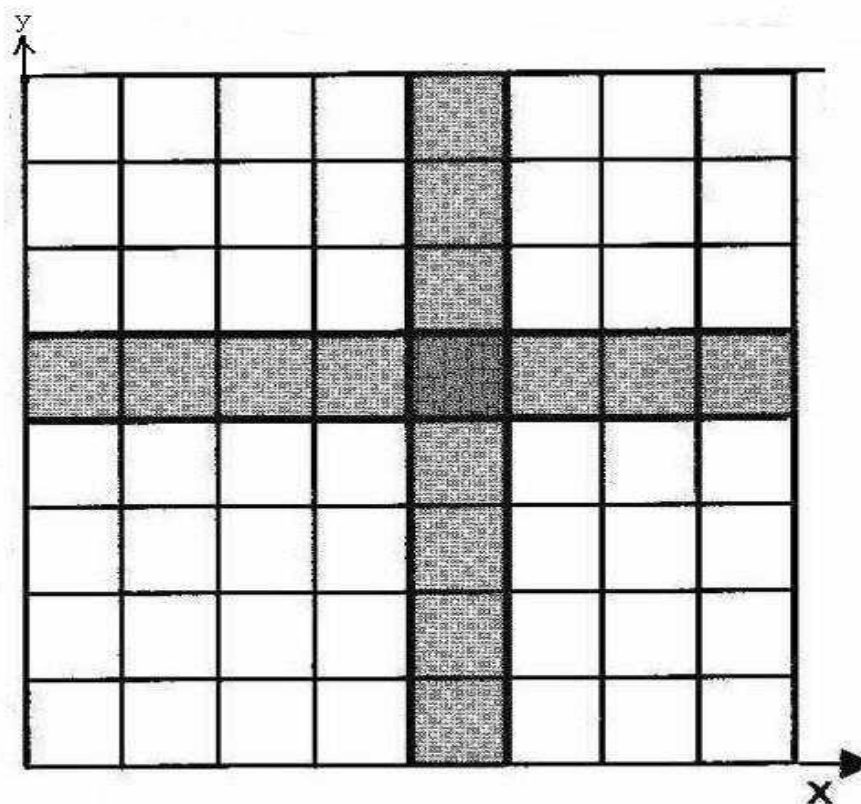
坐标系



华中科技大学

图像（宽×高）

图像的高度



图像的宽度

