

## 二维数字图像(Digital Image) 的数学表达

数字图像的尺寸  $M \times N$



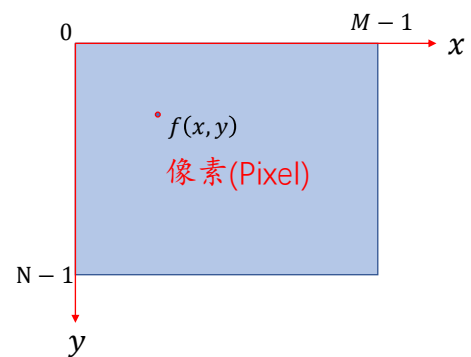
函数表示:

$$f(x, y), \quad x = [0, M - 1], y = [0, N - 1]$$

$$f(\vec{X}), \quad \vec{X} = (x, y)'$$

矩阵表示:

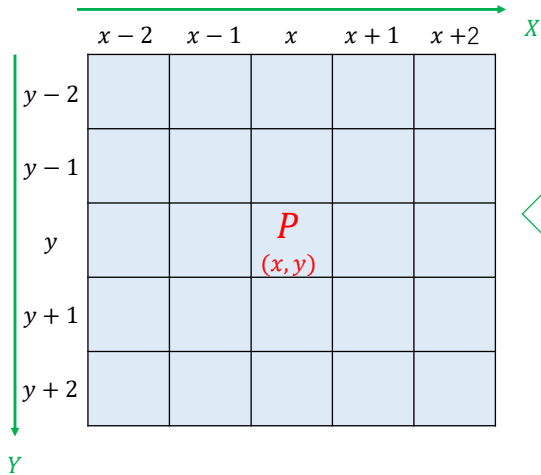
$$f[m, n], \quad m = [0, M - 1], n = [0, N - 1]$$



- 坐标系定义
- 函数(图像)值类型

标量(灰度)、矢量(彩色)、二值

# 像素与邻域



$P$ : 当前观察像素 (当前点, 热点[hot dot])

←  $P$ 的邻域、窗口 ( $P$ 点周围的像素组成的集合)

( $P$ 位于窗口中心, 窗口尺寸为奇数)

## 数字图像的面积与像素数量



$M \times N$  图像

像素总数:  $M \times N$

每像素的面积:  $\sigma$

图像的总面积:  $M \times N \times \sigma$

在不关心图像的物理尺寸的条件下，像素数与面积不加区别

# 数字图像文件格式(Image File Formats)



图像文件包含的基本要素：

- 图像属性  
尺寸、数据类型、数据组织形式（压缩标准）...
- [成像条件]  
X线剂量、摆位、...
- 图像数据

常见的图像格式：

- ✓Windows Bitmap (BMP)
- ✓JPEG
- ✓Tagged Image File Format (TIFF)
- ✓Graphics Interchange Format (GIF)
- ✓Portable Network Graphics (PNG)
- ✓Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)

网络上最常见

医疗成像系统



# 成像(Imaging) & 图像数字化(Image Digitization)

# 成像的关键因素



- 成像物理模型

目标信息和信息载体（能量形式->传感器）

- ✓ 普通风景（人物）图像：记录光源及物（人）表面反射特性，载体为可见光
- ✓ X光透视图像：记录组织密度，载体为X光

- 硬件系统技术参数

传感器的信噪比/灵敏度/分辨率

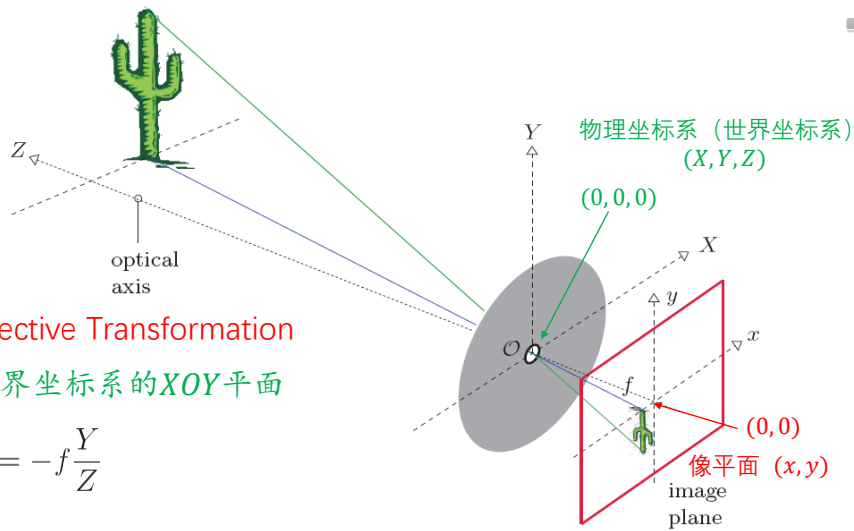
采样系统分辨率/信噪比

- 数据处理方法

增强/提取目标信息，抑制干扰

- ✓ 图像增强处理、CT重建...

## 基本成像坐标系--针孔相机模型

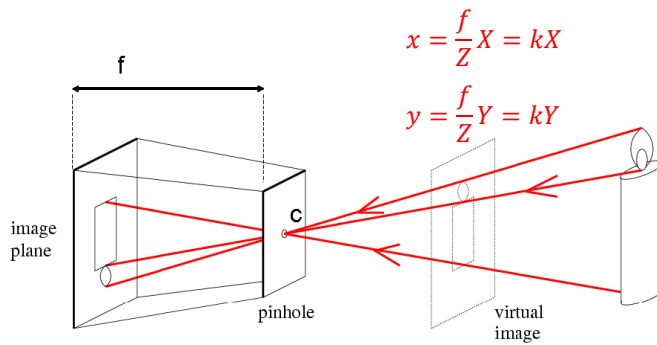


透视变换 Perspective Transformation

像平面平行于世界坐标系的XOY平面

$$x = -f \frac{X}{Z} \quad y = -f \frac{Y}{Z}$$

# 图像处理中实际使用的透视变换模型



$$x = \frac{f}{Z} X = kX$$

$$y = \frac{f}{Z} Y = kY$$

有关图像“分辨率”

- 物理意义

像平面(xy)上最小单位(像素)  
表达的物空间(XYZ)中的体积尺寸

- 习惯含义

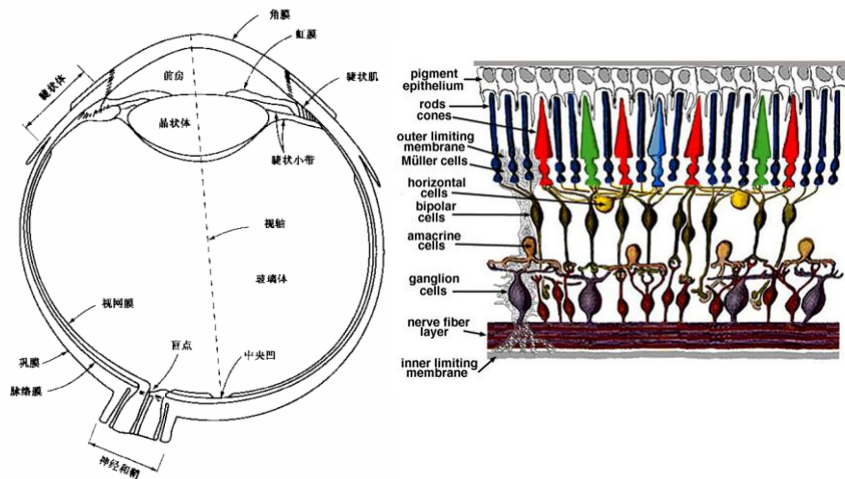
图像包含的像素数目  
(1千万像素相机分辨率高于1百万像素相机)



- 假设所有成像场景中 $k$ 值都相同(无法获得 $k$ 值)
- 假设像平面的面积相同
- 像素越多 → 像素面积越小 → 分辨率越高



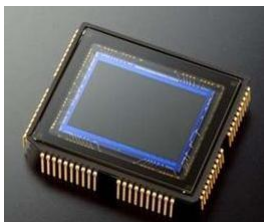
# 完美的成像系统：人眼



## 常见光电传感器



面阵光电传感器



多数相机使用

线阵光电传感器



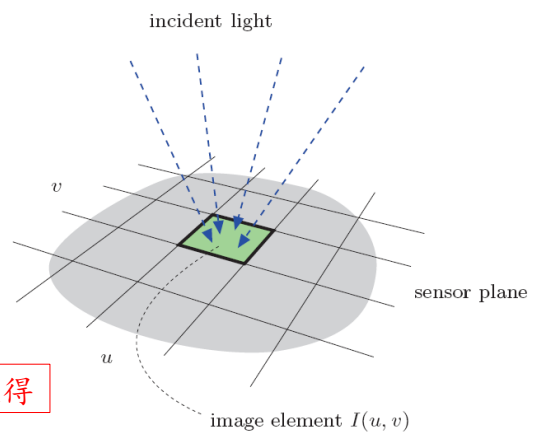
极高分辨率相机或工业系统使用

# 图像的数字化

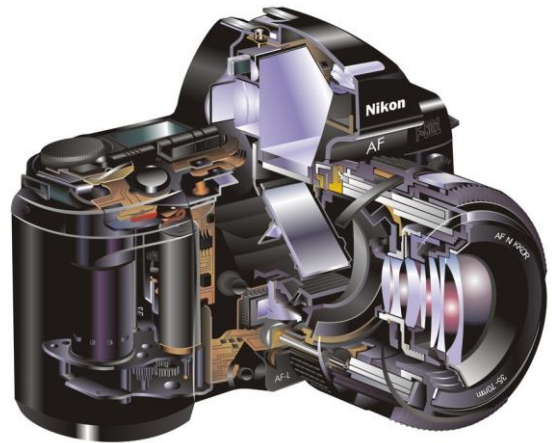
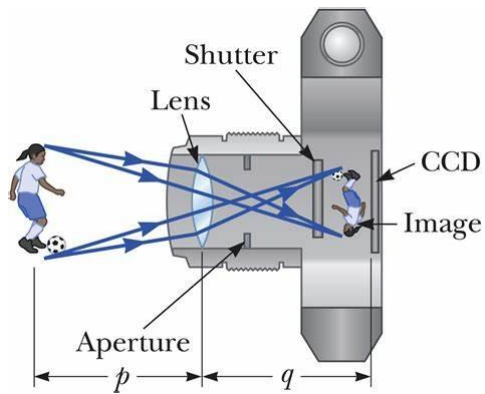


- 采样  
成像平面的离散化  
(图像分辨率)
- 量化  
图像值的离散化  
(像素值的分辨率)

采样的高分辨率与量化的高分辨率不可兼得



## 普通光学相机结构



图像的信噪比

光通量、传感器信噪比

表现指标：曝光速度，分辨率...