

## 采样定理 与 图像采集分辨率

## 采样定理

- 对模拟信号进行模数转换，第一步是“采样”。采样获得了时间域上离散的信号。
- 采样定理回答的问题是——  
如果要从离散信号不失真地恢复原信号，采样频率至少应该达到多少？

## 采样定理

- 定理“教导”说——

如果在信号包含的频谱成分中，最高频率为  $f_{MAX}$ ，

则：对信号进行采样时，采样频率必须大于原始信号最高频率2倍，才能用采样获取的离散信号还原原始信号。

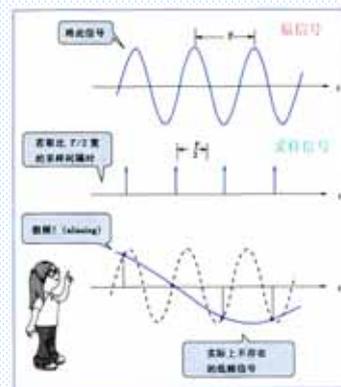
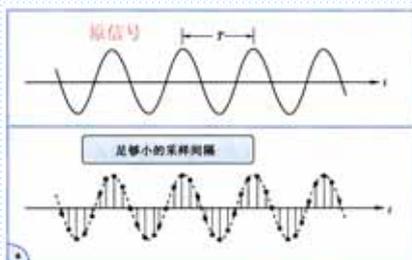
## 采样定理

- 亦即：

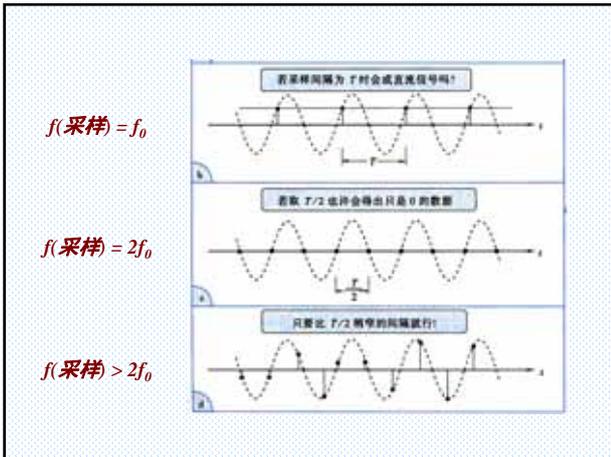
$$f_{\text{采样}} > 2 \times f_{MAX} = f_N$$

$f_N$ 称为“Nyquist频率”

## 采样定理



$f(\text{采样})$  低于  $2f_0$



### 采样定理与图像采集分辨率

➤对图像采集：  
采样频率应大于图像最高频率 $f_{max}$ 的2倍，才能还原原图像。  
那么，**图像最高频率 $f_{max}$ 是多少？**

### 采样定理与图像采集分辨率

➤如果：  
图像中有轮廓极其分明的“锯齿”信号，  
则其包含很丰富的高频成分，  
其 $f_{max}$ 很高，所要求的采样频率很高。

### 采样定理与图像采集分辨率

➤扫描分辨率的要求：  
彩色反转片原稿的分辨能力(解像力)：  
**100~150 线对/毫米**  
相当于：**1000~1500 线对/厘米**，  
即：**2540~3810 线对/英寸**。  
注意：“线对”不是“线”，1个线对至少要对应2条线。

### 采样定理与图像采集分辨率

➤扫描分辨率的要求：  
按照采样定理，  
要将这些“线对”分辨出来，  
应按**超过5080~7620 dpi**进行扫描采集，  
才能采集到较为完整的原稿信息。

### 采样定理与图像采集分辨率

➤扫描分辨率的要求：  
以“135”规格彩色反转片为例——  
原稿尺寸为  $36 \times 24 \text{ mm}$ ，放大到原图的20倍，  
达到  $720 \times 480 \text{ mm}$ ，接近“对开”尺寸。  
按扫描分辨率公式：  
 $\text{Rscan} = 2 \times 20 \times 175 = 7000 \text{ dpi}$  (接近7620 dpi)  
实际上接近彩色反转片的解像力水平。  
( $7000 \text{ dpi} = 2755 \text{ dpcm} = 138 \text{ 线对/mm}$ )

## 采样定理与图像采集分辨率

### ➤扫描分辨率的要求：

在7000dpi = 2755 dpcm的扫描分辨率下，  
1条扫描线的宽度 =  $(1/2755) \times 10^4 = 3.63$  微米，  
把1条扫描线放大为原来的20倍后，  
为  $3.63 \times 20 = 72.6$  微米宽，  
眼睛是可以分辨的。

## 采样定理与图像采集分辨率

### ➤数字相机的像素数：

数字相机的分辨力决定于：  
镜头等光学系统的分辨力、  
图像传感器的像素数等因素。  
假设光学系统拥有足够的分辨力，  
仅从像素数方面进行分析。

## 采样定理与图像采集分辨率

### ➤数字相机的像素数：

如果彩色反转片解像力 = 100线对/mm，  
则：至少用200 线/mm采集，“135”胶片的  
尺寸为36 × 24mm，可采集的像素数：  
 $36 \times 200 = 7200$ ， $24 \times 200 = 4800$ ，即为：  
 $7200 \times 4800 = 3456$  万像素。

## 采样定理与图像采集分辨率

### ➤数字相机的像素数：

可见略高于现有单反数字相机的像素数。  
考虑到：传统相机镜头和胶片存在的误差，  
可以认为：现有高端单反数字相机大致上达到了彩色反转片的分辨能力。  
但：如果采用“中画幅”彩色反转片，即：  
6×6、6×9cm等，单反数字相机仍不足。

## 采样定理与图像采集分辨率

### ➤扫描分辨率有必要达到12000dpi吗？

如果直接按12000dpi反算，  
175Lpi的加网印刷，图像的放大倍率为：  
 $\beta = 12000 / (2.0 \times 175) = 34.28$  倍。  
如果没有必要放大这个倍数，用12000dpi  
扫描，可以更好地满足采样定理。