



上海電力大學
SHANGHAI UNIVERSITY OF ELECTRIC POWER

数字信号处理

电子与信息工程学院



教材

- 高西全，丁玉美。数字信号处理（第四版），西安电子科技大学出版社
- **参考书：**1、数字信号处理（第四版）学习辅导，丁玉美，高西全编著
西安电子科技大学出版社
- 2、数字信号处理 - 理论、算法与实现 胡广书 编著 清华大学出版社
- 3、离散时间信号处理，奥本海姆等，科学出版社，1983年。
- **讲课内容：**一至七章

在线课程资源、课件及作业下载地址

- 智慧树平台
- 实验时间：
- 第9, 11, 13, 15周
- 地点：待定

考试成绩比例

- **平时成绩：30%。**
- **1、平时的作业，占10%。**
- **2、考勤，占10%。**
- **3、实验，占10%。**
- **期末考试成绩：70%。**

绪论

1. 数字信号处理的基本概念

几乎在所有的工程技术领域中都会涉及到信号处理问题，其信号表现形式有电、磁、机械以及热、光、声等。

信号处理关注的是信号及其所包含信息的表示，变换和运算。

信号处理一般包括数据采集以及对信号进行分析、变换、综合、估值与识别等。

音频处理

- 例如：含噪信号滤波

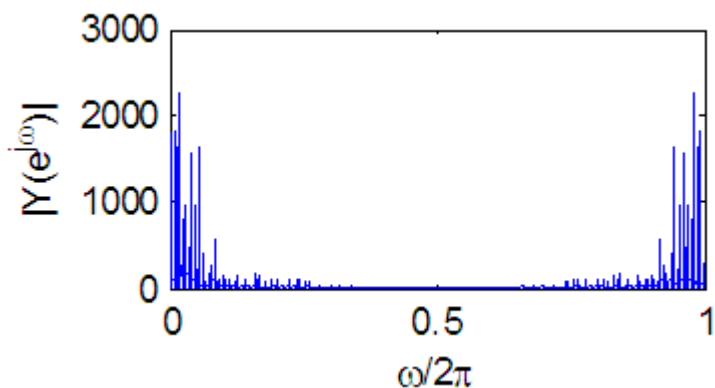
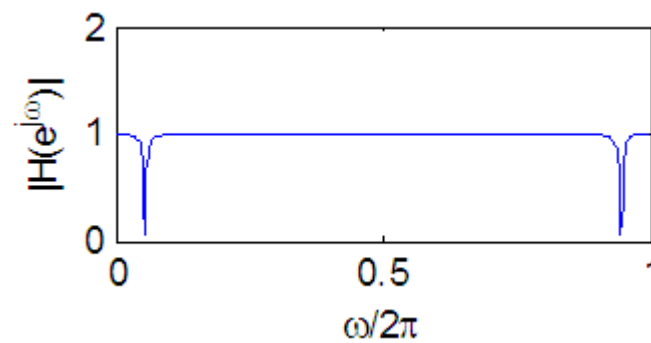
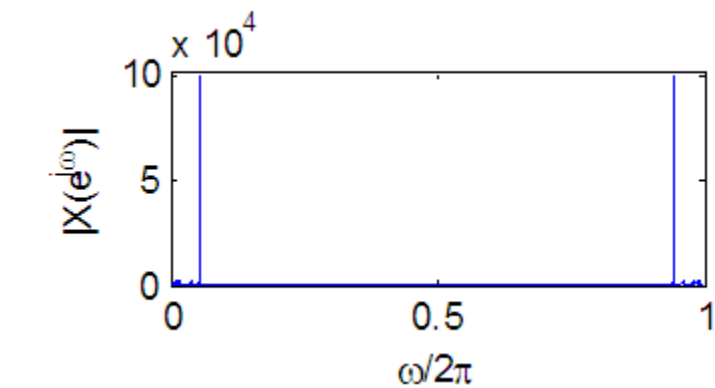


滤波前的声音信号

- 去噪音频信号：



滤波后的声音信号



图像处理



原始图像



含噪图像



高斯滤波



中值滤波

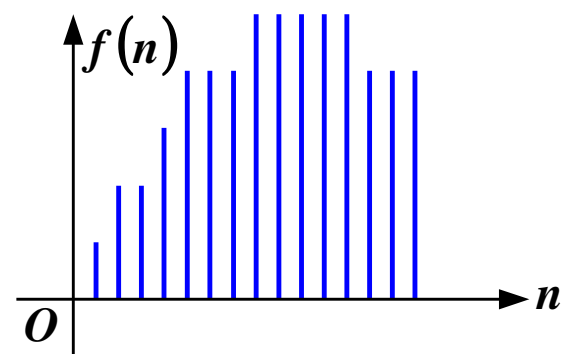
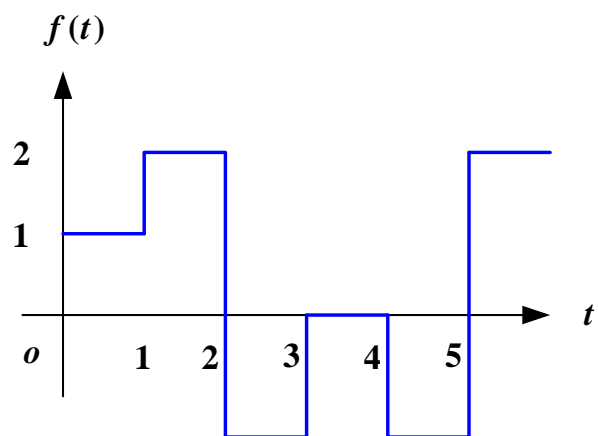
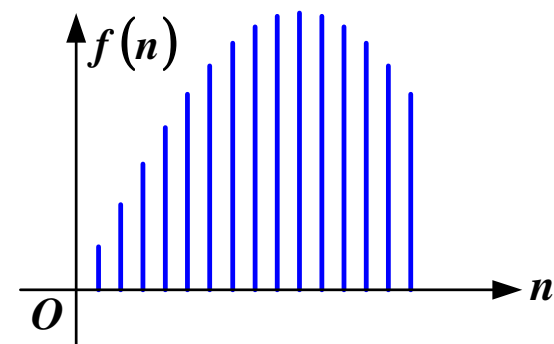
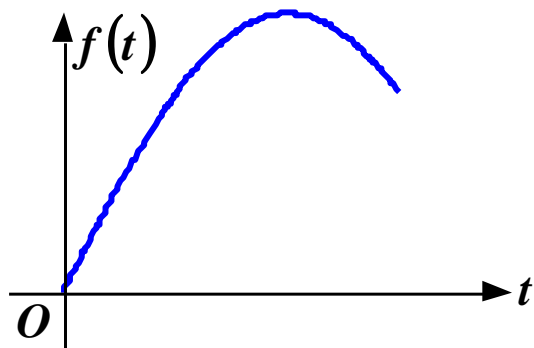
去噪图像

信号分类

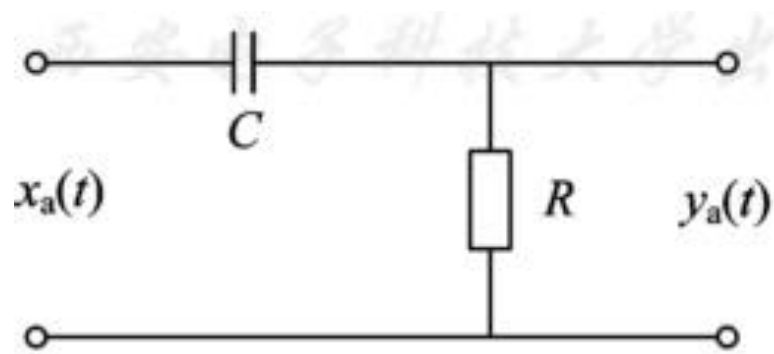
信号可以分为4种：

- 1、连续信号(即模拟信号)，它的幅度和时间都取连续变量；
- 2、时域离散信号，其幅度取连续变量，而时间取离散值；
- 3、幅度离散信号，其时间变量取连续值，幅度取离散值；
- 4、数字信号， 它的幅度和时间都取离散值。

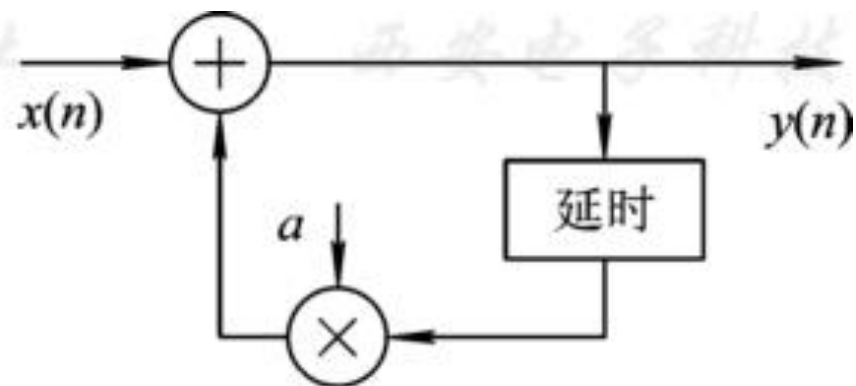
信号分类



-
- 一般来说， 数字信号处理的对象是数字信号， 模拟信号处理的对象是模拟信号。
 - 数字信号处理是采用数值计算的方法完成对信号的处理，
 - 模拟信号处理则是通过一些模拟器件， 例如晶体管、 运算放大器、 电阻、 电容、 电感等， 完成对信号的处理。



(a) 简单的模拟高通滤波器



(b) 简单的数字高通滤波器

图1 高通滤波器

$$H(s) = \frac{s}{s + \frac{1}{RC}}$$

$$H(z) = \frac{z}{z - a}$$

例4-8-1确定图示系统的频响特性。

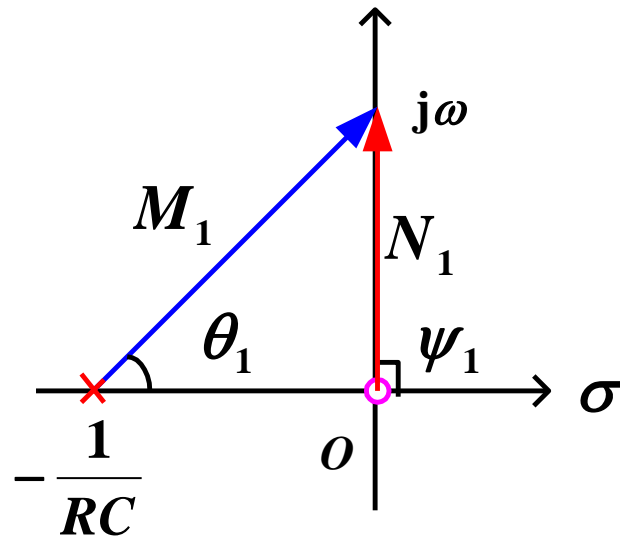
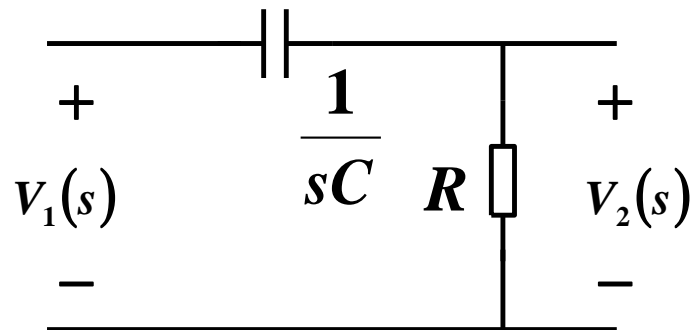
解答

$$H(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = \frac{R}{R + \frac{1}{sC}}$$

$$H(s) = \frac{s}{s + \frac{1}{RC}}$$

$$H(j\omega) = \frac{j\omega}{j\omega - \left(-\frac{1}{RC}\right)} = \frac{N_1 e^{j\psi_1}}{M_1 e^{j\theta_1}}$$

零点： $z_1 = 0$ 极点： $p_1 = -\frac{1}{RC}$

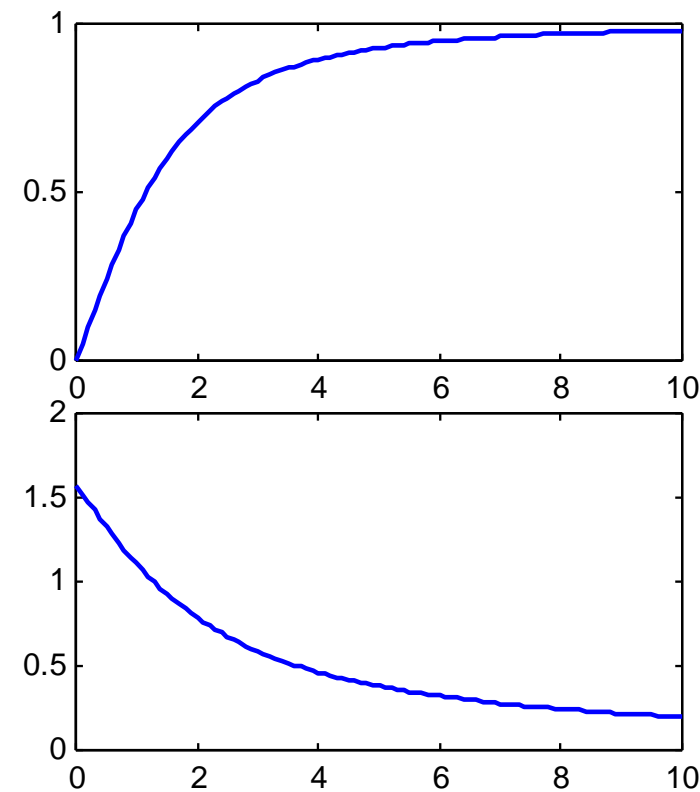
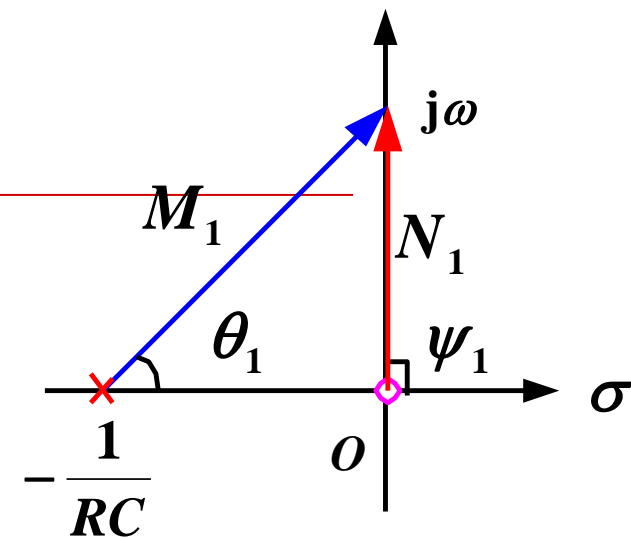


$$|H(j\omega)| = \frac{|\omega|}{\sqrt{\omega^2 + \left(\frac{1}{RC}\right)^2}}$$

$$\begin{cases} \omega = 0 & |H(j\omega)| = 0 \\ \omega = \frac{1}{RC} & |H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \omega = \infty & |H(j\omega)| = 1 \end{cases}$$

$$\varphi(\omega) = \frac{\pi}{2} - \arctan CR\omega$$

$$\begin{cases} \omega = 0 & \varphi(\omega) = \frac{\pi}{2} \\ \omega = \frac{1}{RC} & \varphi(\omega) = \frac{\pi}{4} \\ \omega = \infty & \varphi(\omega) = 0 \end{cases}$$



2. 数字信号处理的实现方法

软件实现方法和硬件实现方法。

- 软件实现方法指的是按照原理和算法，自己编写程序或者采用现成的程序在通用计算机上实现。

灵活但运算速度慢，适合于算法研究和仿真。

- 硬件实现是按照具体的要求和算法，设计硬件结构图，用乘法器、加法器、延时器、控制器、存储器以及输入输出接口等基本部件实现的一种方法。

硬件实现运算速度快，可以达到实时处理要求， 但是不灵活。

3. 数字信号处理的特点

由于数字信号处理是用数值运算的方式实现对信号的处理的，因此，相对模拟信号处理，数字信号处理主要有以下优点：

- 1) 灵活性
- 2) 高精度和高稳定性
- 3) 便于大规模集成
- 4) 可以实现模拟系统无法实现的诸多功能