

第一章 离散时间信号与系统

内容提要

□ 六大信号

□ 五类系统

□ 九种运算

1.1 离散时间信号

1.1.1 定义

定义 1.1 仅仅在离散时刻点有定义的信号或不连续的时刻给出函数值的函数，通常用集合表示，记作

$$x = x(n) \leftarrow x_a nT, n \in \mathbb{Z}$$

需要注意第一项这里 n 没有时间的单位，但是没有物理的单位。第二项是采样产生，则代表时间的单位。

1.1.2 基本序列

1. 单位冲激序列

$$\delta(n - n_0) = \begin{cases} 0, n \neq n_0 \\ 1, n = n_0 \end{cases}$$

2. 单位阶跃序列

$$u(n - n_0) = \begin{cases} 0, n < n_0 \\ 1, n \geq n_0 \end{cases}$$

对单位冲激存在累加差分关系：

$$\delta(n) = u(n) - u(n - 1) \text{ and } u(n) = \sum_{k=-\infty}^n \delta(k)$$

3. 窗口序列

$$R_N(n) = G_N(n) = \begin{cases} 1, 0 \leq n \leq N - 1 \\ 0, \text{else} \end{cases}$$

和单位阶跃存在减法关系

$$R_N(n) = u(n) - u(n - N)$$

4. 正余弦序列

$$x(n) = A \cos(\omega_0 \cdot n + \theta_0)$$

注意序列可能不为周期序列，但是仍然称 ω_0 为序列的频率。

5. 指数序列

$$x(n) = A\alpha^n$$

6. 周期序列

$$x(n) = x(n + N)$$

一般来说，线性的系统还有对应的圆周系统，圆周移位、圆周相关等。

1.1.3 基本运算

1. 移位

$$y(n) = x(n - m)$$

2. 反褶

$$y(n) = x(-n)$$

3. 和差

$$y(n) = x_1(n) \pm x_2(n)$$

4. 积商

$$y(n) = x_1(n) \times / \div x_2(n)$$

5. 累加

$$S(n) = \sum_{k=-\infty}^n x(k)$$

6. 差分

- 前向差分

$$\Delta x(n) = x(n + 1) - x(n)$$

- 后向差分

$$\nabla x(n) = x(n) - x(n - 1)$$

7. 卷积

$$y(n) = x(n) \otimes h(n) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x(m) \cdot h(n-m) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x(n-m) \cdot h(m)$$

8. 相关

$$R_{xy}(\tau) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n) \cdot y(n-\tau) = x(n) \otimes y(-n)$$

可以用来检索原有信号的识别与锁定。

9. 能量

$$E = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n)x^*(n) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} |x(n)|^2$$

10. 功率

$$P = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=-N}^N |x(n)|^2$$

1

1.2 离散时间系统**1.3 线性时不变系统****1.4 线性常系数差分方程**