

数字信号处理

周治国

2019.3

第二章

离散时间信号与系统分析基础

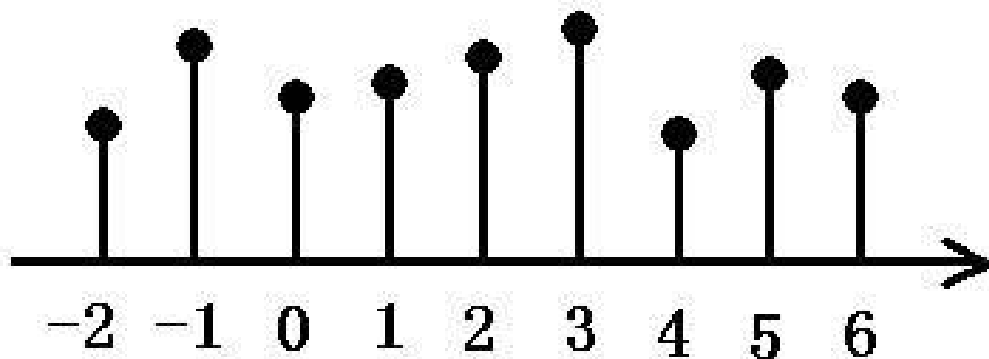
§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

一、离散时间信号的表示

列表： $x(n)$

$$\{x(0), x(1), \dots, x(N-1)\}$$

图形：

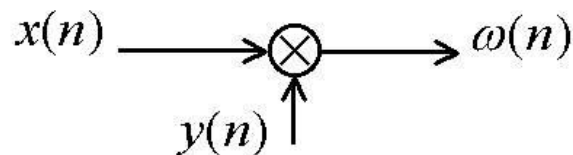


注意： $x(n]$ 仅对整数值的 n 才有定义，对非整数值的 n 没有定义

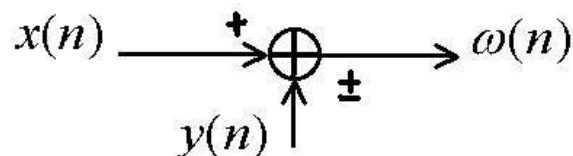
§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

二、序列的运算及符号表示

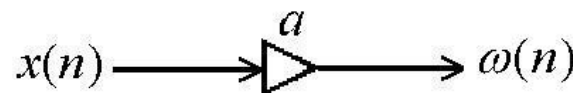
➤ $x(n) \bullet y(n) = \omega(n)$



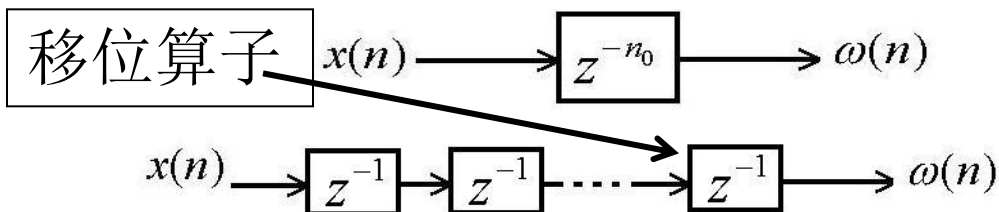
➤ $x(n) \pm y(n) = \omega(n)$



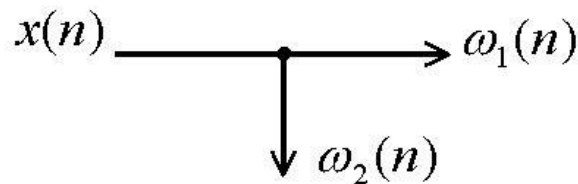
➤ $a \bullet x(n) = \omega(n)$
(标乘)



➤ $x(n - n_0) = \omega(n)$
(移位/延迟)



➤ $x(n) = \omega_1(n) = \omega_2(n)$
(分支)



§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

三、常用典型序列

1. 单位取样序列 $\delta(n)$:

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n = 0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

$$\delta(n) = u(n) - u(n-1)$$

2. 单位阶跃序列 $u(n)$:

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

$$u(n) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(n-k)$$

3. 矩形序列 $R_N(n)$:

$$R_N(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & n < 0, n \geq N \end{cases}$$

$$R_N(n) = u(n) - u(n-N) \\ = \sum_{k=0}^{N-1} \delta(n-k)$$

§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

4. 正弦序列

$$x(n) = \sin n\omega_0 \quad \omega_0 \text{ 数字域频率}$$

在 $\frac{2\pi}{\omega_0}$ 为整数或有理数时，反映序列按次序周期变化快慢的速率

$\frac{2\pi}{\omega_0} = 16$ ，则序列值每16个重复一次正弦循环

$\frac{2\pi}{\omega_0} = 32$ ，则序列值每32个重复一次正弦循环

连续时间正弦信号采样

$$x_a(t) = \sin \Omega_0 t$$

$$x(n) = x_a(nT) = \sin n\Omega_0 T$$

$$\omega_0 = \Omega_0 T = \frac{\Omega_0}{f}$$

⇒ 取样正弦信号的数字域频率 ω_0 是模拟域角频率 Ω_0 的 T 倍。

§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

三、常用典型序列

5. 实指数序列

$$x(n) = \begin{cases} a^n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$

§ 2-3 离散时间信号的表示及运算规则

四、序列的周期性

$$1. x(n) = x(N + n)$$

称序列 $x(n)$ 是周期序列，周期为 N

2. 正弦序列

$$x(n) = \sin n\omega_0 \quad \omega_0 \text{ 数字域频率}$$

在 $\frac{2\pi}{\omega_0}$ 为整数或有理数时成为周期序列

3. 无论正弦序列是否为周期性，
参数 ω_0 皆称作它们的频率