数字信号处理

周治国

2023.8

第二章
离散时间信号与系统分析基础

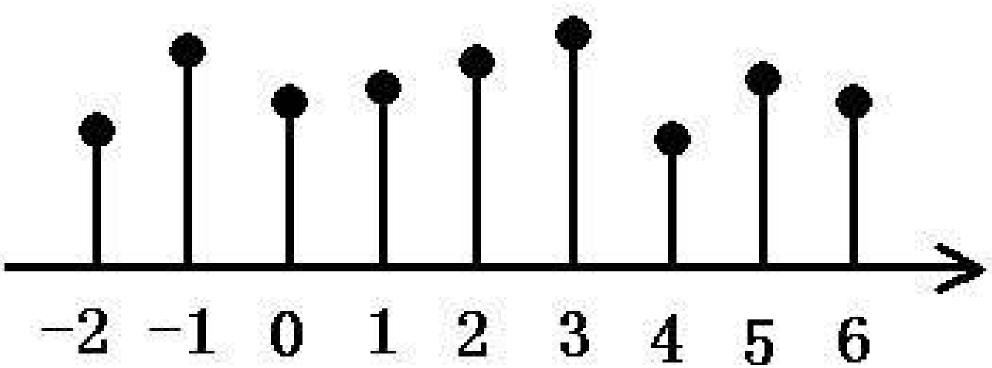
§2-3 离散时间信号的表示及运算规则

一、离散时间信号的表示

列表： $x(n)$

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

图形：

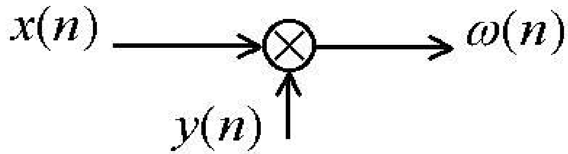


注意：$x(n)$仅对整数值的n才有定义，对非整数值n没有定义

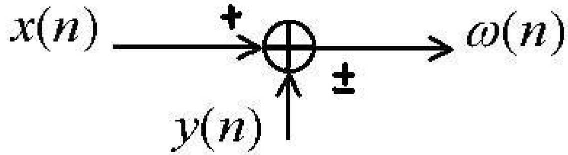
§2-3 离散时间信号的表示及运算规则

二、序列的运算及符号表示

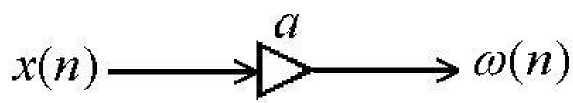
- $x(n) \bullet y(n) = \omega(n)$



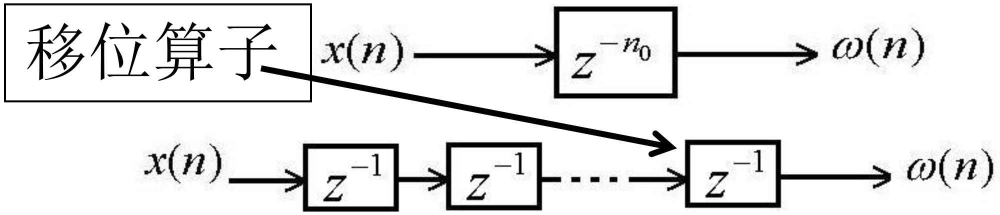
- $x(n) \pm y(n) = \omega(n)$



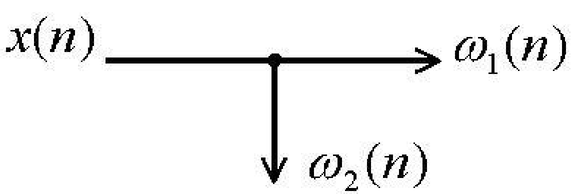
- $a \bullet x(n) = \omega(n)$
  （标乘）



- $x(n-n_0) = \omega(n)$
  （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$\delta(n)$:

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

2. 单位阶跃序列$u(n)$:

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

3. 矩形序列$R_N(n)$:

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

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

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

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

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

§2-3 离散时间信号的表示及运算规则

4. 正弦序列

$x(n)=\sin n\omega_0$　　ω_0数字域频率

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

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

$\dfrac{2\pi}{\omega_0}=32$，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

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

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

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

$\Rightarrow$ 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

$x(n)=\sin n\omega_0$　　ω_0数字域频率

在$\dfrac{2\pi}{\omega_0}$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