# 通信基础知识

# 第 一 章 信号与系统

## 1.1信号

连续信号和离散信号

从时间上做区分

$$x[n]=x(n\Delta t)$$

模拟信号也数字信号

从因变量的取值区分，即取值是连续的还是离散的。

## 1.2系统

线性系统：满足叠加性和数乘性质。

连续信号

$$H\big(x(t)+y(t)\big)=H\big(x(t)\big)+H(y(t))$$
$$H\big(a\cdot x(t)\big)=a\cdot H(x(t))$$

离散信号

$$H\{x[n]+y[n]\}=H\{x[n]\}+H\{y[n]\}$$
$$H\{a\cdot x[n]\}=a\cdot H\{x[n]\}$$

时/移不变系统：

$$y(t)=H\{x(t)\}\rightarrow y(t-\tau)=H\{x(t-\tau)\}$$
$$y[n]=H\{x[n]\}\rightarrow y[n+m]=H\{x[n+m]\}$$

## 1.3信号通过系统

输入的信号称为激励，输出称为响应。

离散冲激序列

$$\delta[n]=\begin{cases}1 & n=0\\ 0 & n\neq 0\end{cases}$$

离散信号可以表示为

$$x[n]=\sum_{k=-\infty}^{\infty}x[k]\delta[n-k]$$

$$y[n]=H\{x[n]\}=H\left\{\sum_{k=-\infty}^{\infty}x[k]\delta[n-k]\right\}=\sum_{k=-\infty}^{\infty}x[k]H\{\delta[n-k]\}$$

记$h[n]=H\{\delta[n]\}$，

则

$$y[n]=\sum_{k=-\infty}^{\infty}x[k]\mathrm{h}[n-k]$$

也就是离散卷积公式，

$$y[n]=x[n]*h[n]$$

输入信号位于位置$k$的脉冲强度为$x[k]$，产生的响应为$x[k]\mathrm{h}[n-k]$，然后对$k$求和就得到卷积运算。

连续$\delta$函数

$$\begin{cases}\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1\\ \delta(t)=0, \qquad t\neq 0\end{cases}$$

$\delta$函数对信号抽样的特性

$$\int_{-\infty}^{\infty}x(t)\delta(t-t_0)dt=\int_{-\infty}^{\infty}x(t_0)\delta(t-t_0)dt=x(t_0)$$

则：

$$x(t)=\int_{-\infty}^{\infty}x(\tau)\delta(t-\tau)d\tau$$

令$y(t)=H\{x(t)\}$，$h(t)=H\{\delta(t)\}$，

则

$$y(t)=H\{x(t)\}=H\left\{\int_{-\infty}^{\infty}x(\tau)\delta(t-\tau)d\tau\right\}=\int_{-\infty}^{\infty}x(\tau)H\{\delta(t-\tau)\}d\tau=\int_{-\infty}^{\infty}x(\tau)h(t-\tau)d\tau$$

## 1.4卷积性质

$$\delta(t)*x(t)=x(t)*\delta(t)=x(t)$$
$$\delta[n]*x[n]=x[n]*\delta[n]=x[n]$$

# 第 二 章 傅里叶变换

欧拉公式

$$e^{j\omega t}=\cos\omega t+j\sin\omega t$$

## 2.1.1 傅里叶级数

一个周期信号$x(t)$，周期为$T_1$，角频率为$\omega_1=2\pi/T_1$。

#### 2.1.1.1 三角形式的傅里叶级数

$$x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\{a_n \cos(n\omega_1 t) + b_n \sin(n\omega_1 t)\}$$

其中，

$$a_0 = \frac{1}{T_1}\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} x(t)dt$$

$$a_n = \frac{2}{T_1}\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} x(t)\cos(n\omega_1 t)\,dt\,, n \geq 1$$

$$b_n = \frac{2}{T_1}\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} x(t)\sin(n\omega_1 t)\,dt\,, n \geq 1$$

三角函数的正交性：

$$\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} \cos(n\omega_1 t)\sin(m\omega_1 t)\,dt = 0$$

$$\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} \cos(n\omega_1 t)\cos(m\omega_1 t)\,dt = \begin{cases} \frac{T_1}{2}, m = n \\ 0, m \neq n \end{cases}$$

$$\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} \sin(n\omega_1 t)\sin(m\omega_1 t)\,dt = \begin{cases} \frac{T_1}{2}, m = n \\ 0, m \neq n \end{cases}$$

#### 2.1.1.2 复指数形式的傅里叶级数

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{jn\omega_1 t}$$

其中$c_n$称为离散频谱，

$$c_n = \frac{1}{T_1}\int_{-\frac{T_1}{2}}^{\frac{T_1}{2}} x(t)e^{-jn\omega_1 t}dt$$

### 2.1.2 傅里叶变换

### 2.1.3

### 2.2

# 第 三 章

# 第 四 章