Procesamiento digital de señales

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de ingeniería en Telecomunicaciones
Cuarto Semestre
Unidad I: Señales discretas en el tiempo

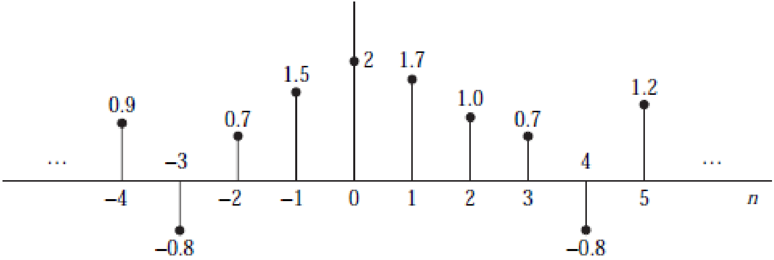
PhD. Daniel Antonio Santillán Haro

1. Señales discretas en el tiempo

2. Manipulaciones simples de señales discretas en el tiempo

3. Trabajos propuestos

Señal discreta $x[n]$: Es una función de una variable independiente que es un entero.



Nota: La señal $x[n]$ no está definida para valores no enteros de n.
Fuente:PROAKIS, John G., et al. Tratamiento digital de señales,2007.

1. Representación funcional, como por ejemplo

$$x(n) = \begin{cases} 1, & \text{para } n = 1,3 \\ 4, & \text{para } n = 2 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \tag{2.1.1}$$

2. Representación tabular, como

n	$\cdots$	-2	-1	0	1	2	3	4	5	$\ldots$
$x(n)$	$\cdots$	0	0	0	1	4	1	0	0	$\ldots$

3. Representación como secuencia

Una secuencia o señal de duración infinita con el origen de tiempos ($n = 0$) indicado por el símbolo $\uparrow$ se representa como

$$x(n) = \{\ldots 0, \underset{\uparrow}{0}, 1, 4, 1, 0, 0, \ldots\} \tag{2.1.2}$$

Una secuencia $x(n)$, que es cero para $n < 0$, puede representarse como

$$x(n) = \{\underset{\uparrow}{0}, 1, 4, 1, 0, 0, \ldots\} \tag{2.1.3}$$

El origen de tiempos para una secuencia $x(n)$, que es cero para $n < 0$, tiene que ser el primer punto (comenzando por la izquierda) de la secuencia.

Una secuencia de duración finita puede representarse como

$$x(n) = \{3, -1, \underset{\uparrow}{-2}, 5, 0, 4, -1\} \tag{2.1.4}$$

mientras que una secuencia de duración finita que satisface la condición $x(n) = 0$ para $n < 0$ se puede representar como

$$x(n) = \{0, 1, 4, 1\} \tag{2.1.5}$$

$$\delta(n) \equiv \begin{cases} 1, & \text{para} \quad n = 0, \\ 0, & \text{para} \quad n \neq 0 \end{cases}$$

- Impulso unitario

$$u(n) \equiv \begin{cases} 1, & \text{para} \quad n \geq 0 \\ 0, & \text{para} \quad n < 0 \end{cases}$$

- Escalón unitario
- Rampa unitaria

$$u_r(n) \equiv \begin{cases} n, & \text{para} \quad n \geq 0 \\ 0, & \text{para} \quad n < 0 \end{cases}$$

- Exponencial

$$x(n) = a^n \qquad \text{para todo } n$$

Clasificación

de señales discretas en el tiempo

CONCEPTOS BÁSICOS

- Si E es finita entonces se dice que $x[n]$ es una señal de energía. Muchas señales que poseen energía infinita tienen potencia media finita

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

Ejemplo:

Determine la potencia y energía del escalón unidad.

$$P = \lim_{N\to\infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{n=0}^{N} u^2(n)$$

$$= \lim_{N\to\infty} \frac{N+1}{2N+1} = \lim_{N\to\infty} \frac{1+1/N}{2+1/N} = \frac{1}{2}$$

Luego el escalón unidad es una señal de potencia y su energía es infinita.

Claves

- Dada una señal periódica de período fundamental N. Si no existe ningún valor de N que satisfaga la condición se dice que la señal es no periódica o aperiódica.

$$x(n+N) = x(n) \quad \text{para todo } n$$

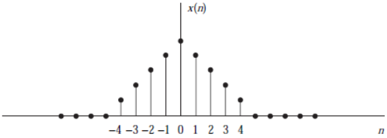
$$x(n) = A \operatorname{sen} 2\pi f_0 n$$

es periódica cuando f_0 es un número racional, es decir, si f_0 puede expresarse como

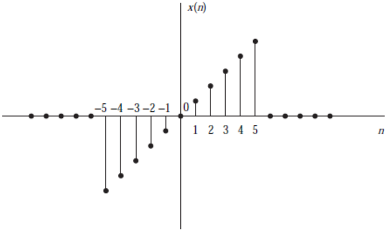
$$f_0 = \frac{k}{N}$$

Claves

- Una señal es simétrica (par) si $x[-n] = x[n]$, y es asimétrica (impar) si $x[-n] = -x[n]$

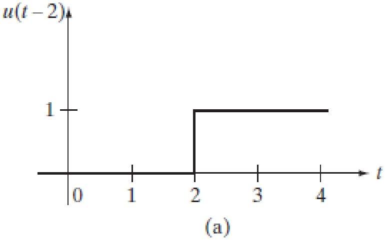


(a)

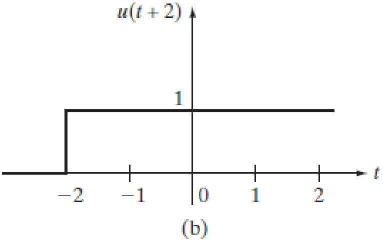


(b)

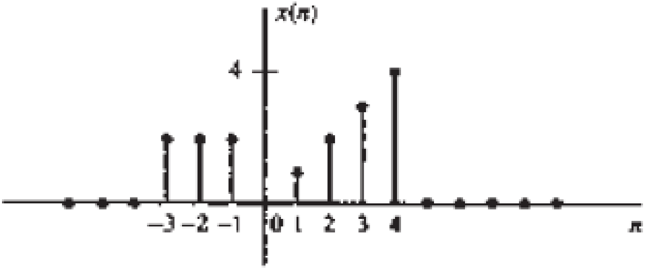
1. Señales discretas en el tiempo
2. Manipulaciones simples de señales discretas en el tiempo
3. Trabajos propuestos



(a)



(b)



Suma, multiplicación y cambio de escala de secuencias. Las modificaciones de la amplitud incluyen la *suma*, la *multiplicación* y el *escalado* de señales discretas en el tiempo.

El *escalado de la amplitud* de una señal en un valor constante A se consigue multiplicando el valor de cada muestra de la señal por A. Luego, obtenemos

$$y(n) = Ax(n), \qquad -\infty < n < \infty$$

La *suma* de dos señales $x_1(n)$ y $x_2(n)$ es una señal $y(n)$, cuyo valor en cualquier instante es igual a la suma de los valores de esas dos señales en dicho instante, es decir,

$$y(n) = x_1(n) + x_2(n), \qquad -\infty < n < \infty$$

El *producto* de dos señales se define de manera similar en cada instante de tiempo como

$$y(n) = x_1(n)x_2(n), \qquad -\infty < n < \infty$$

- Hoja de problemas propuestos.

2.2 En la Figura P.2.2 se muestra una señal discreta en el tiempo $x(n)$. Dibuje y etiquete con detalle cada una de las señales siguientes:

(a) $x(n-2)$

(b) $x(4-n)$

(c) $x(n+2)$

(d) $x(n)u(2-n)$

(e) $x(n-1)\delta(n-3)$

(f) $x(n^2)$

(g) la parte par de $x(n)$

(h) la parte impar de $x(n)$

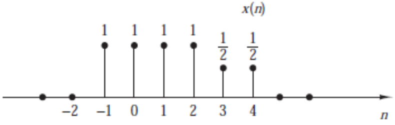


Figura P.2.2.

If x[n], y[n], and g[n] represent three finite-length sequences of lengths N, M, and L, respectively, with the first sample of each sequence occurring at n = 0, what is the length of the sequence $x[n] \otimes y[n] \otimes g[n]$?

Evaluate the linear convolution of $x[n]$ with itself, where $x[n] = \{1, -1, 0, 1, -1\}$, $0 \leq n \leq 4$.

Determine if the system described by $y[n] = \alpha + x[n+1] + x[n] + x[n-1] + x[n-2]$ is (a) linear, (b) causal, (c) shift-invariant, and (d) stable.

Determine if the system described by $y[n] = x[n+1] + x[n] + x[n-1] + x[n-2]$ is causal.


4ª edición
Tratamiento digital de señales
www.librosite.net/proakis
John G. Proakis
Dimitris G. Manolakis
PEARSON
Prentice Hall

Procesamiento digital de señales

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de ingeniería en Telecomunicaciones
Cuarto Semestre
Unidad I: Señales discretas en el tiempo
PhD. Daniel Antonio Santillán Haro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Libres por la Ciencia y el Saber