

Síntesis

Señales

Una señal es una secuencia ordenada de números que describe las tendencias y variaciones de una cifra o cantidad. El tiempo es una de las variables importantes en una señal, las señales son tomadas a distintos tiempos obteniendo de esta manera los valores de la amplitud, de esta manera se construye la señal.

señales continuas y analógicas

Estas señales son continuas tanto en tiempo como en amplitud; esto nos dice que en ambos ejes la señal puede tomar cualquier valor real.

señales discretas

Las señales discretas son aquellas que en el eje de la amplitud son continuas y en el eje del tiempo son discretas, es decir, las medidas están únicamente en ciertos tiempos.

señales digitales

Estas señales son discretas en ambos ejes, estas compactan toda la información de una señal analógica en un sólo tiempo y una sola amplitud, siendo más sencilla de procesar y de guardar o almacenar.

Procesamiento y transformación de señales

Las señales pueden ser procesadas y transformadas mediante varios métodos según su propósito. La mayoría de las señales generadas por fenómenos físicos son continuas y por tanto son analógicas. Es indispensable convertir las señales al dominio digital, realizar su procesamiento y algunas veces volver a transformarlas al dominio continuo.

El proceso de la reconstrucción es el antes mencionado, es decir, la reconstrucción es lo contrario al procesamiento pues para ella se necesita regresar al dominio continuo y así obtener la señal muestreada.

Teorema del muestreo

Como ya sabemos el muestreo es la conversión de una señal en tiempo continuo a una señal de tiempo discreto obtenida tomando muestras de la señal en tiempo continuo en instantes de tiempo discreto.

Teniendo $g(t)$ definida para todo t , que representa una señal analógica y $\delta(t)$ que:

$$\delta(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } t=0 \\ 0 & \text{si } t \neq 0 \end{cases}$$

el producto resulta:

$$g(t) \delta(t) = g(0)$$

que representa la señal analógica en el instante cero, después de esto se va agregando un desplazamiento en el tiempo, se repite lo anterior y así va saliendo la señal analógica.

Quantización

Para lograr procesar las señales digitalmente se necesita cuantizar la amplitud de dichas señales a un número finito de niveles. La más común es la cuantización uniforme, aquí los niveles son todos iguales, la mayoría usan un número de niveles que es potencia de 2. Si $L = 2^B$, cada nivel se codifica a un número binario de B bits.

La transformada de Fourier discreta

Para lograr realizar el análisis en frecuencia de una señal discreta en el tiempo $x(n)$ convertimos la secuencia en el dominio del tiempo en una representación equivalente en el dominio de la frecuencia, tal representación está dada por la transformada de Fourier.

Espectro de potencia

La secuencia de correlación autónoma de un proceso estacionario en sentido amplio proporciona una descripción en el dominio del tiempo del momento de segundo orden del proceso. Siendo $r_x(k)$ una secuencia determinista, se puede calcular la TFD

$$S_x(e^{j\omega}) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} r_x(k) e^{-jk\omega}$$

Dicha expresión determina el espectro de potencia o densidad espectral de potencia, la cual nos informa como está distribuida la potencia o la energía de la señal sobre las frecuencias que la forman.

Análisis en frecuencia de señales utilizando la TFD

Para calcular el espectro de una señal continua o discreta en el tiempo, se necesitan valores de la señal para todos los instantes de tiempo. El espectro de una señal se puede aproximar a partir de un registro de datos finito.

Cuando la señal a analizar es analógica, es decir, continua, en primer lugar se pasa a través de un filtro de suavizado y luego se muestrea a una frecuencia $F_s \geq 2B$, siendo B el ancho de la señal filtrado.

Transformada rápida de Fourier

La Transformada Rápida de Fourier es un algoritmo que reduce el tiempo de cálculo de n^2 pasos a $n \cdot \log_2(n)$. Para poder hacer este logaritmo se necesita que el número de puntos de la serie tiene que ser una potencia de 2 (2^n puntos). Con este algoritmo se puede lograr obtener la transformada discreta de Fourier, además existen otros que cumplen el mismo propósito.

Filtrado

La TFD proporciona una representación discreta en frecuencia de una secuencia de duración finita en el dominio de la frecuencia.

La TFD nos puede servir como un método de filtrado lineal, de igual manera existen otro tipo de métodos que en conjunto con la transformada o por separado nos funcionan para quitar partes de una señal que no son útiles.

Estructuras del filtro FIR

Un filtro FIR se describe por:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k x(n-k)$$

o por:

$$H(z) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k z^{-k}$$

La longitud del filtro se selecciona como M de acuerdo con la notación establecida.

Para conseguir un filtrado digital son necesarios 3 pasos:

- 1- Especificaciones
- 2- Aproximaciones
- 3- Implementación

Los filtros FIR presentan respuestas al impulso de duración finita. Una de sus ventajas es que pueden diseñarse para que presenten una fase lineal.

Existen diversos métodos para efectuar los filtros tipo FIR, algunos son:

- Método de ventanas
- Método del muestreo en frecuencias.

Los filtros FIR son de tipo sólo ceros, pues sus polos están en el origen, de igual manera funcionan mejor cuando se tienen características de amplitud específicas. Debido a la localización de sus polos son muy estables.

Estructuras del filtro IIR

En este tipo de filtros si tenemos una entrada con una señal impulso, la salida tendria un número infinito de términos no nulos, lo que quiere decir que jamás vuelve al reposo.

Su principal desventaja es la inestabilidad, pues para ser estables necesitan que todos sus polos se encuentren en la circunferencia unidad.

Pueden representarse como dos sistemas de cascada, es decir,

$$H(z) = H_1(z) H_2(z)$$

donde $H_2(z)$ contiene los polos y $H_1(z)$ contiene los ceros.

Para implementar los filtros IIR tienen numerosas formas, entre ellas están las siguientes estructuras y métodos:

- Estructuras en forma directa
- Estructuras en cascada
- Estructuras en paralelo
- Estructural en celosía y en celosía-escalera.

Para diseñar:

- Transformación bilineal
 - Aprox. Butterworth
- Invarianza al impulso

Transformada wavelet

La transformada wavelet es muy útil para el procesamiento de señales e imágenes, dicha transformada tiene capacidades que otras transformadas no tienen, por esto es una herramienta muy funcional.

Transformada wavelet continua

A partir de esta transformada se obtiene la wavelet madre, la cual es una función que está limitada en duración y se ve como una onda decaiente pequeña. Todo esto se obtiene de una señal o función sinusoidal base y de esta se derivan otras señales base.

Al escoger cualquier wavelet madre nos da una transformada wavelet continua. Cada señal wavelet madre tiene propiedades únicas que hacen de la transformación resultante una opción viable para una tarea determinada.

Transformada wavelet discreta

Esta transformada acepta señales continuas y aplica sólo escalas discretas para formar la transformada, esto nos dice que haciendo los cambios y el escalamiento correcto se obtendría la transformada wavelet discreta completa. Una de las ventajas que se tiene es que con las ecuaciones se puede reconstruir la señal continua a partir de un conjunto de coeficientes discretos.

Wavelets ortogonales

El enfoque se debe hacer en las señales discretas, aquí damos por hecho que una señal continua se encuentra guardada en la señal discreta. Las wavelets discretas también son obtenidas de wavelets madre basándose en diversos métodos para obtener la transformación. El mejor tipo de wavelets madre son aquellas que forman un set ortogonal.

Wavelet packet

Es una generalización de la descomposición wavelet y esta ofrece una gama detallada de las posibilidades de análisis en la señal. En ella se obtiene una disminución de la resolución del tiempo y un aumento de la resolución de la frecuencia a través de un conjunto de filtros.