

Filter dan Window

1. Filter adalah perangkat yang digunakan dalam pemrosesan sinyal untuk memanipulasi sinyal masuk dengan cara menghilangkan komponen frekuensi tertentu atau mempertahankan komponen lain. Filter dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Filter adalah alat penting dalam pemrosesan sinyal digital yang digunakan untuk memanipulasi sinyal dengan menghilangkan atau mempertahankan komponen frekuensi tertentu. Terdapat berbagai jenis filter dengan berbagai teknik desain yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi.

A. Low Pass filter

Low Pass filter adalah alat penting dalam pemrosesan sinyal digital yang mengizinkan frekuensi rendah untuk melewati dan meredam frekuensi tinggi. Filter ini digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menghilangkan noise, menghaluskan sinyal, dan menekstrak komponen frekuensi rendah dari sinyal yang lebih kompleks. Dengan berbagai jenis dan metode desain, low-pass filter dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik dalam berbagai bidang seperti pengolahan audio, sinyal biomedis, telekomunikasi, pengolahan gambar, dan sistem kontrol otomatis.

Low pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menghilangkan komponen frekuensi tinggi yang tidak diinginkan atau untuk menekstrak sinyal frekuensi rendah. Beberapa aplikasi termasuk:

- Pengolahan Sinyal Audio untuk menghilangkan noise frekuensi tinggi dari rekaman audio.
- Pengolahan Sinyal Biomedis untuk membersihkan sinyal seperti ECG dari interferensi frekuensi tinggi.
- Mengurangi noise dari sinyal komunitasi untuk memastikan transmisi data yang bersih dan akurat.
- Memperhalus gambar dengan menghilangkan detail frekuensi tinggi yang tidak diinginkan

B. High Pass Filter

High pass filter adalah jenis filter yang memungkinkan frekuensi tinggi untuk melewati, sementara meredam atau menghilangkan frekuensi rendah dari sinyal masukan. Filter ini sering digunakan untuk menyaring atau menekan sinyal frekuensi tinggi dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.

High pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal, termasuk:

- Penghilangan noise: Meredam atau menghilangkan komponen frekuensi rendah yang terdapat noise.
- Analisis Audio: Menyaring suara tinggi seperti suara pitaan atau instrumen musik tertentu.
- Pendeteksian tepi dalam Pengolahan Citra
- Sistem komunikasi: Menghilangkan komponen DC dan mempertahankan informasi sinyal dalam aplikasi

C. Band Pass Filter

Band pass filter merupakan jenis filter yang memungkinkan rentang frekuensi tertentu yang disebut sebagai band pass untuk melewati, sementara meredam atau menghilangkan frekuensi di luar rentang tersebut. Filter ini digunakan untuk menyaring atau menekan sinyal dalam rentang frekuensi tertentu dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal.



Band pass filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal, termasuk:

- komunikasi wireless: Menentukan rentang frekuensi yang dipilih untuk mentransmisikan data
- pengolahan sinyal medis: Mengisolasi komponen frekuensi tertentu dalam sinyal biomedis
- pemrosesan suara: Mengisolasi sinyal pada rentang frekuensi tertentu dalam aplikasi seperti filter audio.
- pendekripsi sinyal: Mengelstrak sinyal yang ada dalam rentang frekuensi tertentu

D. Band Stop Filter

Band stop filter adalah jenis filter yang menutupi rentang frekuensi di luar rentang tertentu untuk melalui, sementara meredam atau menghilangkan frekuensi dalam rentang stop band. Filter ini juga dikenal sebagai notch filter atau band reject filter. Fungsinya adalah untuk menghilangkan atau meredam frekuensi yang tidak diinginkan.

Band stop filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal, termasuk:

- Penghapusan noise: Menghilangkan frekuensi tertentu yang dianggap sebagai noise.
- Pengolahan audio: Menghilangkan komponen frekuensi tertentu yang menyebabkan gangguan.
- Sistem komunikasi: Menghilangkan frekuensi interferensi atau frekuensi yang tidak diinginkan.
- Pemrosesan sinyal medis: Menghilangkan artefak atau noise pada frekuensi tertentu

E. FIR Filter

Finite Impulse Response filter adalah jenis filter digital yang memiliki respon impuls yang terbatas dalam waktu, yang berarti bahwa respon sistem terhadap sinyal masukan berakhir dalam waktu tertentu. FIR filter digunakan secara luas dalam pemrosesan sinyal digital karena beberapa sifat menguntungkan, seperti stabilitas inheren dan fase linier.

FIR filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal digital, termasuk:

- Pengolahan audio: Penyaringan suara untuk menghilangkan noise.
- Pengolahan citra: Neningkattan atau menghilangkan detail tertentu dalam gambar digital.
- Telekomunikasi: Penyaringan sinyal untuk menghilangkan interferensi.
- kontrol sistem: Pengaturan respon sistem dalam aplikasi kontrol industri.

F. Infinite Impulse Response (IIR) Filter

IIR filter adalah jenis filter digital yang memiliki respon impuls yang secara teoritis tidak terbatas dalam waktu. Artinya, respon sistem terhadap sinyal masukan tidak berhenti sepanjangnya setelah waktu tertentu. IIR filter menggunakan feedback yang menutupi kembali filter untuk mencapai frekuensi yang diinginkan dengan menggunakan lebih sedikit koefisien dibandingkan FIR filter.

II. Filter digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal digital, termasuk:

- Pengolahan audio: penyaringan suara untuk menghilangkan noise
- Pengolahan citra: Meningkatkan atau menghilangkan detail tertentu dalam gambar digital
- Telekomunikasi: Penyaringan sinyal untuk menghilangkan interferensi
- Kontrol sistem: Pengaturan respon sistem dalam aplikasi kontrol Industri

II. Window dalam pemrosesan sinyal digital adalah fungsi matematis yang digunakan untuk memodifikasi sinyal sebelum analisis frekuensi, seperti Transformasi Fourier. Proses ini yang disebut windowing, membantu mengurangi efek kebocoran spektral yang terjadi ketika sinyal diperlengkap atau terbatas dalam waktu. Terdapat banyak jenis window yang berbeda.

A. Rectangular Window

Rectangular Window adalah jenis window paling dasar dalam pemrosesan sinyal digital. Window ini memiliki nilai konstan sepanjang durasinya dan nol di luar durasi tersebut. Didefinisikan sebagai:

$$w[n] = 1 \text{ untuk } 0 \leq n \leq N-1$$

di mana N adalah panjang window.

Rectangular Window digunakan dalam berbagai aplikasi meskipun memiliki kekurangan kebocoran spektral yang tinggi.

- Digunakan untuk Analisis frekuensi dengan resolusi tinggi
- pemrosesan data dalam segmen tetap
- Sering digunakan dalam Pengaplikasian Sederhana yang tidak Memerlukan penekanan kebocoran spektral yang kompleks.

B. Hamming Window

adalah salah satu jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital untuk mengurangi kebocoran spektral. Window ini berbentuk kurva cosinus yang dimodifikasi untuk memiliki sidelobe yang lebih rendah dibandingkan rectangular window.

Didefinisikan sebagai :

$$w[n] = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)$$

di mana $w[n]$ adalah nilai dari Hamming Window pada indeks ke- n , dan N adalah panjang window.

Hamming window banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal :

- Digunakan dalam spektral analisis di mana kebocoran spektral perlu di minimalkan
- Digunakan untuk meredupi artefak yang disebabkan kebocoran spektral
- Digunakan untuk mempersiapkan sinyal audio sebelum dilakukan analisis spektral.

C. Hann Window

Juga dikenal sebagai Hann window adalah salah satu jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital. Window ini menghasilkan kurva kosinus sederhana yang dimulai dari nol, naik ke puncak, lalu kembali ke nol. Fungsi matematis dari Hann window sebagai berikut:

$$W[n] = 0.5 + \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right)$$

$W[n]$ adalah nilai window dan N adalah panjang window.

Hann window banyak digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal digital.

- Digunakan dalam analisis spektral
- Digunakan untuk mereduksi artefak
- Digunakan untuk mempersiapkan sinyal sebelum dilakukan analisis spektral

D. Blackman Window

Adalah jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital untuk mereduksi kebocoran spektral. Window ini merupakan perbaikan dari Hann window dan memiliki lebih banyak komponen kosinus untuk menurunkan sidelobe lebih jauh. Didefinisikan sebagai berikut:

$$W[n] = 0.42 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$

Blackman kerap digunakan dalam analisis spektral yang memerlukan penekanan kebocoran spektral dan digunakan untuk mereduksi artefak yang disebabkan oleh kebocoran spektral.

E. Kaiser Window

Merupakan selah window yang fleksibel dan dapat disesuaikan yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital. Window ini memiliki parameter β yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol trade off antara lebar pita utama dan penurunan side lobe. Fungsi matematis dari kaiser window didefinisikan:

$$W[n] = \frac{I_0(\beta \sqrt{1 - \left(\frac{2n}{N-1} - 1\right)^2})}{I_0(\beta)}$$

$W[n]$ adalah nilai kaiser window, N : panjang window, I_0 : fungsi Bessel orde ke-1

Kaiser window kerap digunakan dalam aplikasi pemrosesan audio tipe filter banjir, untuk mereduksi kebocoran spektral dan analisis spektral yang dipergunakan sebagai alat untuk menghasilkan respons spektral yang terkontrol.



F. Bartlett Window

Juga dikenal sebagai triangular window, adalah jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital. Window ini berbentuk segitiga simetris, dengan nilai maksimum di tengah dan menurun secara linier ke nol di kedua ujungnya. Didefinisikan sebagai

$$W[n] = \begin{cases} \frac{2n}{N-1} & \text{untuk } 0 \leq n \leq \frac{N-1}{2} \\ 2 - \frac{2n}{N-1} & \text{untuk } \frac{N-1}{2} \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Bartlett Window digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan sinyal, dalam analisis spektral untuk mereduksi kebocoran spektral dan digunakan dalam pemrosesan sinyal audio untuk mempersiapkan sinyal sebelum dilakukan analisis spektral, meskipun penggunaannya tidak seumum Hamming dan Hanning window.

G. Gaussian Window

Gaussian Window adalah jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital. Window ini memiliki bentuk kurva Gaussian yang halus dan simetris, yang secara efektif mereduksi kebocoran spektral. Didefinisikan sebagai berikut:

$$W[n] = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{n-\frac{N-1}{2}}{\sigma \frac{N-1}{2}}\right)^2\right)$$

W[n] : nilai Gaussian window

N : panjang window

σ : parameter yang mengontrol lebar kurva Gaussian.

Gaussian window kerap digunakan dalam aplikasi pemrosesan sinyal di mana diperlukan penekanan kebocoran spektral yang sangat baik. Beberapa aplikasi utama termasuk:

- Spektroskopi: digunakan untuk memproses spektrum sinyal.
- Analisis detektor: Gaussian window digunakan dalam analisis detektor untuk mendekati komponen frekuensi dengan presisi tinggi
- Pemrosesan Sinyal Audio: digunakan untuk mempersiapkan sinyal sebelum analisis spektral

H. Tukey Window

Adalah jenis window yang digunakan dalam pemrosesan sinyal digital yang menggabungkan karakteristik dari rectangular window dan Hann window. Window ini memiliki parameter α yang mengontrol transisi antara segment konstan dan segment yang meruncing.



Didefinisikan sebagai berikut:

$W[n]$:

$$\begin{cases} \frac{1}{2} \left(1 + \cos \left(\pi \left(\frac{2n}{\alpha(N-1)} - 1 \right) \right) \right) & \text{Untuk } 0 \leq n \leq \frac{\alpha(N-1)}{2} \\ 1 & \text{Untuk } \frac{\alpha(N-1)}{2} \leq n \leq (N-1) \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) \\ \frac{1}{2} \left(1 + \cos \left(\pi \left(\frac{2n}{\alpha(N-1)} - 2 \left(\frac{2N}{\alpha(N-1)} - 1 \right) - 1 \right) \right) \right) & \text{Untuk } (N-1) \left(1 - \frac{\alpha}{2} \right) < n \leq N-1 \end{cases}$$

$W[n]$: nilai window

N : Panjang Window

α : parameter yang mengontrol lebar segmen meruncing.

Tukey Window digunakan dalam berbagai aplikasi penrosesan sinyal yang membutuhkan keseimbangan antara resolusi frekuensi dan peurusan kebocoran spektral.

- Analisis Spektral: Tukey window sering digunakan dalam analisis spektral untuk mempertahankan fleksibilitas dalam mengatur trade-off antara resolusi frekuensi dan kebocoran spektral
- Pemrosesan Sinyal Audio: Dalam aplikasi pemrosesan audio, Tukey window dapat digunakan untuk mempersiapkan sinyal sebelum dilakukan analisis spektral atau pemrosesan lebih lanjut, dengan mengatur parameter α untuk mengoptimalkan kualitas sinyal