

Filter & Window

Filter

Filter adalah perangkat atau algoritma yg digunakan dlm pemrosesan sinyal unt memodifikasi sinyal masuk dengan cara menghilangkan komponen frekuensi tertentu atau memperkuat komponen lain. Terdapat berbagai jenis filter dengan berbagai teknik desain yg dpt diterapkan dlm berbagai aplikasi, mulai dari pengolahan audio & gambar hingga komunikasi & biomedis

A. Low-pass Filter

Adl penting dlm pemrosesan sinyal digital yg mengizinkan frekuensi rendah unt melewati & meredam frekuensi tinggi. Digunakan unt aplikasi penghilang noise, menghaluskan sinyal & mengekstrak komponen frekuensi rendah dari sinyal kompleks

1. Fungsi transfer

Menentukan amplitudo & fase dari komponen frekuensi sinyal diubah oleh filter

$$\begin{cases} 1 & \text{untuk } |f| \leq f_c \\ 0 & \text{untuk } |f| > f_c \end{cases}$$

dimana f adalah frekuensi & f_c adl frekuensi cutoff dimana transisi dari passband ke stopband terjadi

2. Desain Low-pass Filter

melibatkan penentuan koefisien yg menghasilkan respon yg diinginkan

a. windowing method: digunakan unt desain filter FIR

b. Bilinear transform: digunakan unt desain filter IIR

c. Butterworth Filter: Filter IIR dgn respon frekuensi yg sangat halus passband & roll-off yg moderat di stopband

d. Chebyshev Filter: Filter IIR yg memiliki ripples di passband (Type I) atau stopband (Type II) dan roll-off lebih tajam

e. Elliptic Filter: filter IIR dgn ripples di passband & stopband serta roll-off yg paling tajam

3. Aplikasi Low-pass Filter

a. pengolahan sinyal audio

b. pengolahan sinyal biomedis

c. telekomunikasi

d. pengolahan gambar

e. kontrol otomatis

4. Karakteristik Low-pass Filter

a. frekuensi cutoff tepat

b. Response langsung di passband

c. Pemotongan tepat di stopband

d. fase linear

B. High Pass Filter

Jenis filter yg memungkinkan frekuensi tinggi lewat, meredam/menghilangi frekuensi rendah

1. Fungsi transfer

mengambarkan amplitudo & fase dari komponen frekuensi dlm sinyal diolah oleh filter

2. Desain High-Pass Filter

melibatkan pemilihan struktur filter yg sesuai & penentuan parameter desain seperti cutoff, bandwidth passband & roll-off

metode yg digunakan bilinear, FIR, IIR & filter Butterworth, Chebyshev atau Elliptic

3. Aplikasi High-Pass Filter

a. Penghilang noise

b. Analisis Audio

c. Pendeteksi tepi dlm pengolahan citra

d. Sistem komunikasi

4. Karakteristik Highpass Filter

a. Transisi tajam di cutoff

b. Redaman total pd frekuensi rendah

c. Fase linear

C. Band-Pass Filter

Jenis filter yg memungkinkan rentang frekuensi tertentu yg disebut band-pass untuk lewat

1. Fungsi transfer

mengambarkan amplitudo & fase dr komponen yg diolah filter

2. Desain Band Pass-filter

melibatkan penentuan parameter desain seperti frekuensi pusat, bandwidth passband, & karakteristik roll-off di passband & stopband

3. Aplikasi Band-pass filter

a. komunikasi ~~filter~~ wireless

b. pengolahan sinyal medis

c. pemrosesan suara

d. pendeteksian sinyal

4. Karakteristik Band-pass filter

a. transisi tajam di batas frekuensi

b. redaman total pd frekuensi di luar rentang

c. fase linear

D. Band stop filter

jenis yang memungkinkan frekuensi di luar rentang tertentu untuk lewat, sementara meredam frekuensi di dalam rentang stopband tsb

1. fungsi transfer

mengambarkan amp & fase di vbah oleh filter

2. Desain Band-stop Filter

melibatkan penentuan parameter spt frekuensi pusat, bandwidth & karakter roll off

3 Aplikasi ~~stop~~ Band-stop Filter

- a. penghapusan noise
- b. pengolahan audio
- c. sistem komunikasi
- d. pemrosesan sinyal medis

4. karakteristik

- a. transisi tajam di batas filter
- b. rippleman total
- c. fase linear

E FIR (Finite Impulse Response)

jenis Filter yg memiliki respon impuls. yg terbatas dlm waktu

1. fungsi transfer

$$y[n] = \sum_{k=0}^{M-1} h[k] x[n-k]$$

$y[n]$ = sinyal keluaran

$x[n]$ = masukan

$h[k]$ = koefisien filter / tanggapan impuls filter

M = panjang filter / jumlah koefisien

2 Desain

- a. windowing method
- b. frequency sampling method
- c. optimal design method

3 Aplikasi

- a. pengolahan audio
- b. pengolahan citra
- c. telekomunikasi
- d. kontrol sistem

4. karakteristik

- a. stabilitas
- b. fase linear
- c. sifat non-recursive

5. kelebihan & kekurangan

kelebihan

- a. ~~memerlukan sedikit koefisien untuk mencapai frekuensi tertentu~~
- a. Stabilitas inheren
- b. fase linear
- c. mudah diimplementasikan

kekurangan

- a. diperlukan panjang filter (n) yg lebih besar
- b. kurang efisien dibanding IIR

F. IIR Filter (Infinite impulse response)

Jenis filter yg memiliki respon impuls yg sesuai teori tidak terbatas

1. Fungsi transfer

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b[k] x[n-k] - \sum_{j=1}^N a[j] y[n-j]$$

$y[n]$ sinyal keluaran

$x[n]$ masukan

$b[k]$ koefisien umpan maju feed forward

$a[i]$ balik feedback

M & N orde filter

2. Desain

- a. transformasi Bilinear
- b. Aproksimasi polinomial
- c. pole-zero placement

3. Aplikasi

a. pengolahan Audio

b. citra

d. telekomunikasi

d. kontrol sistem

4. Karakteristik

- a. Efisiensi komputasi
- b. kemungkinan instabilitas
- c. Distorsi fase

5. kelebihan & kekurangan

- a. memerlukan lebih sedikit koefisien dibanding FIR
 - b. lebih efisien dlm hal komputasi
- kekurangan
- a. Potensi instabilitas karena feedback
 - b. memiliki distorsi fase
 - c. Desain & implementasi kompleks