

# Filtraggio di segnali 1D

Fondamenti Elaborazione dei Segnali e Immagini  
(FESI)

Francesca Odone [francesca.odone@unige.it](mailto:francesca.odone@unige.it)

# Filtri

Un filtro è una funzione che lascia passare alcune componenti del segnale e ne elimina altre

Il concetto di filtro risulta molto chiaro nel dominio delle frequenze, qui possiamo parlare di

- **Filtri passa basso:** lasciano passare (immodificate le basse frequenze), eliminano le alte frequenze
- **Filtri passa alto:** lasciano passare le alte frequenze
- **Filtri passa banda:** lasciano passare le frequenze comprese tra due valori

# Filtraggio nelle frequenze: filtro ideale

Un sistema che annulla “perfettamente” le armoniche in determinati intervalli di frequenza si chiama filtro ideale

Ecco un esempio di filtro passa-basso ideale

$$H(\omega) = \begin{cases} A & |\omega| < \omega_c \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

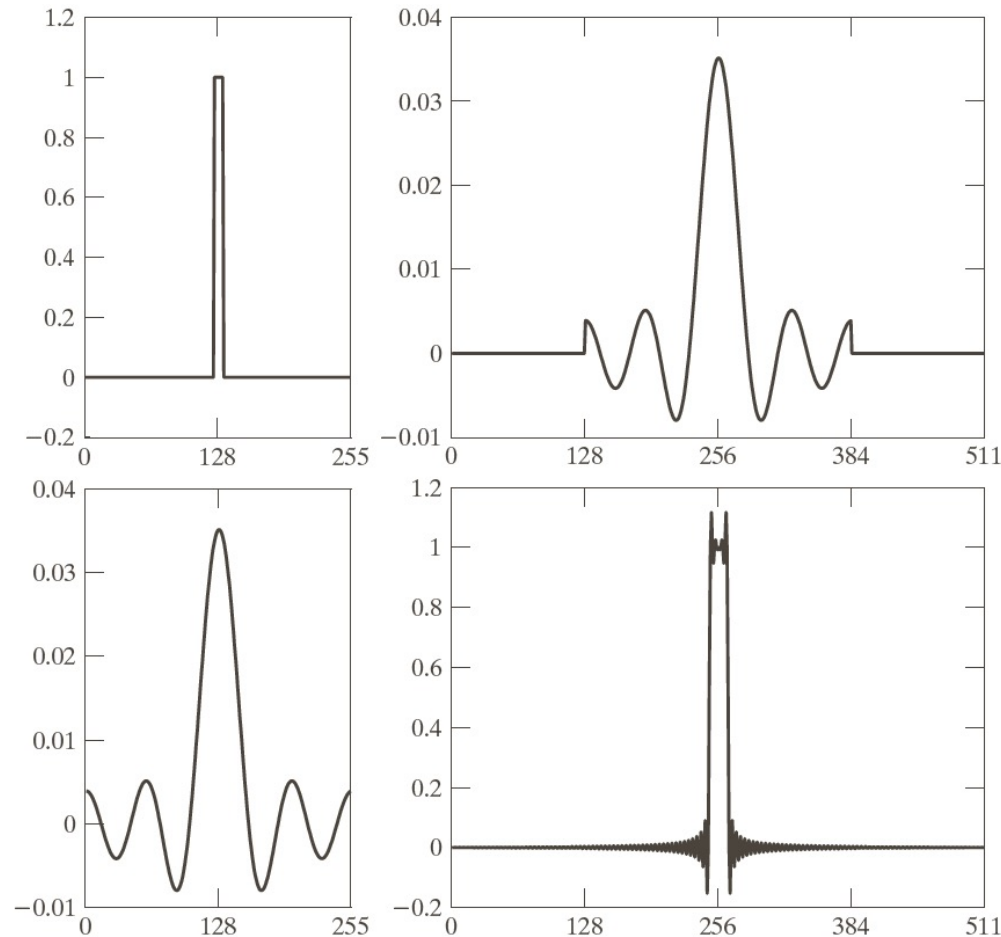
Come possiamo rappresentare un passa-alto ideale?

# Passa-basso ideale

Un filtraggio ideale corrisponde alla moltiplicazione elemento per elemento del filtro  $H$  con la Trasformata di Fourier del segnale

$$F_{filt}(\omega) = H(\omega)F(\omega)$$

# I limiti dei filtri ideali

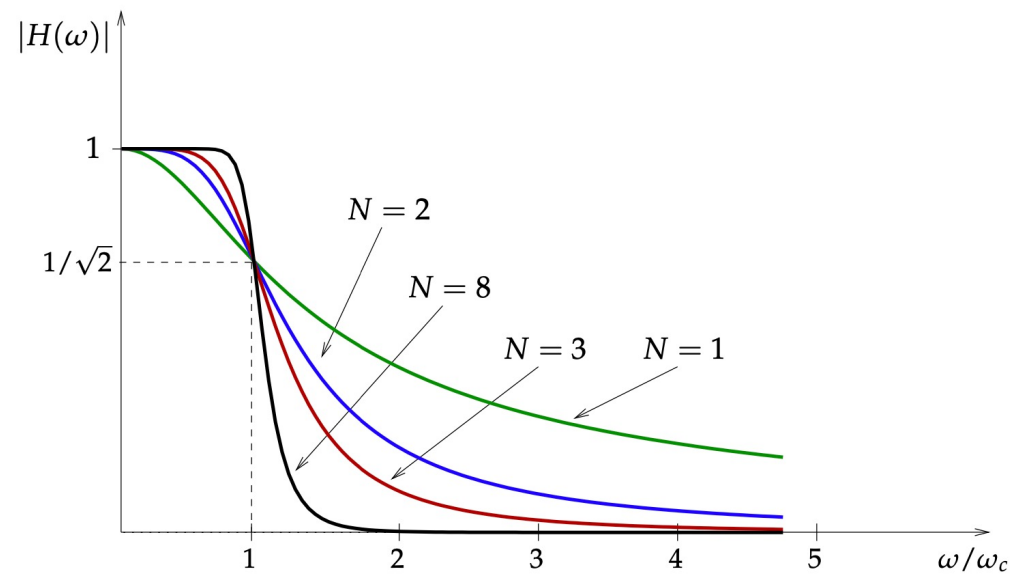


a	c
b	d

**FIGURE 4.34**

(a) Original filter specified in the (centered) frequency domain. (b) Spatial representation obtained by computing the IDFT of (a). (c) Result of padding (b) to twice its length (note the discontinuities). (d) Corresponding filter in the frequency domain obtained by computing the DFT of (c). Note the ringing caused by the discontinuities in (c). (The curves appear continuous because the points were joined to simplify visual analysis.)

# Altri filtri



## Filtro di Butterworth

$$|H(\omega)| = \frac{1}{|B_N(i\frac{\omega}{\omega_c})|} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2N}}}$$

ordine

cutoff

# Filtri e teorema di convoluzione

$$f(t) * h(t) \iff H(\omega)F(\omega)$$

$$f(t)h(t) \iff H(\omega) * F(\omega)$$

# Convoluzione discreta

Consideriamo  $f(t)$  funzione di periodo  $T$  discreta (o discretizzata) con  $N$  punti nell'intervallo  $[0, T] \rightarrow f[n]$

Consideriamo un filtro  $h[n]$

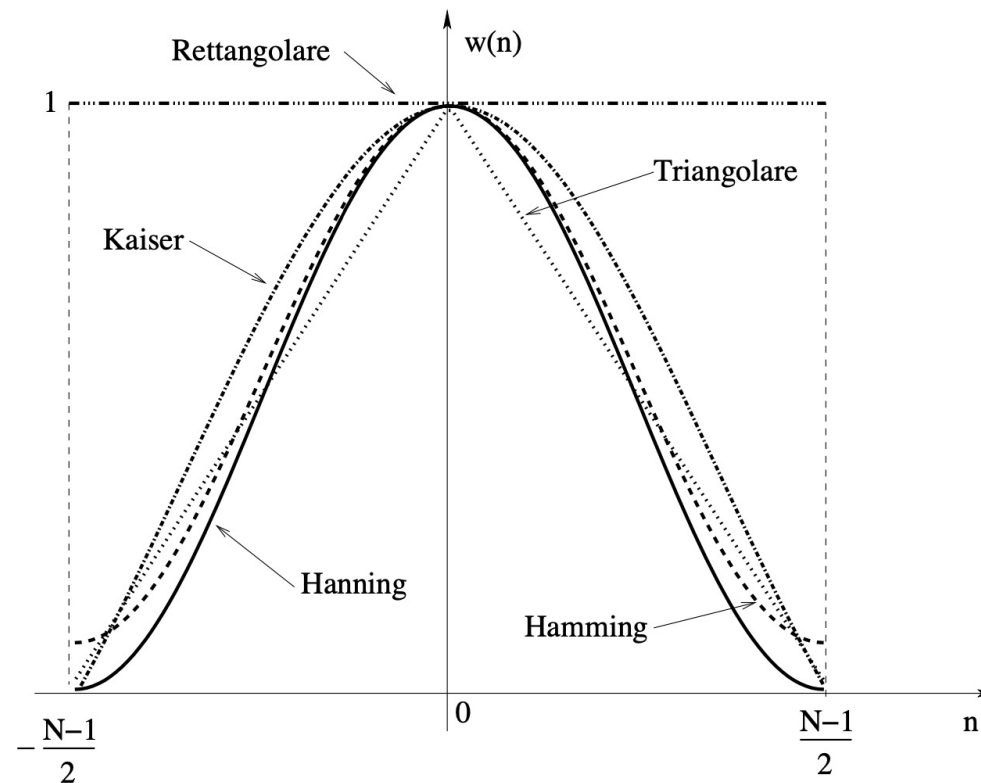
La convoluzione discreta viene definita come

$$g[n] = \sum_{k=0}^{N-1} h[k] f[n-k] = \sum_{k=0}^{N-1} h[n-k] f[k]$$



# Filtri rappresentati mediante finestre

Una pratica comune nel filtraggio digitale è quella di realizzare filtri di ampiezza finita  $W$  da utilizzare come maschere nell'operazione di filtraggio



# Applicazioni

Mettere in evidenza pattern

Ridurre il rumore

# Rumore

Un termine incognito, imprevedibile (non deterministico) e non desiderato che si aggiunge al segnale

Il rumore può essere “ambientale”

- Rumore di fondo nell’acquisizione di un suono
- Una luce al neon nello scattare una foto

Altrimenti può essere dovuto all’acquisizione, la digitalizzazione (campionamento e quantizzazione), la trasmissione, l’elaborazione (compresa la compressione o la conversione tra formati) del segnale stesso

La riduzione del rumore avviene tramite filtraggio.

# UniGe

---

