

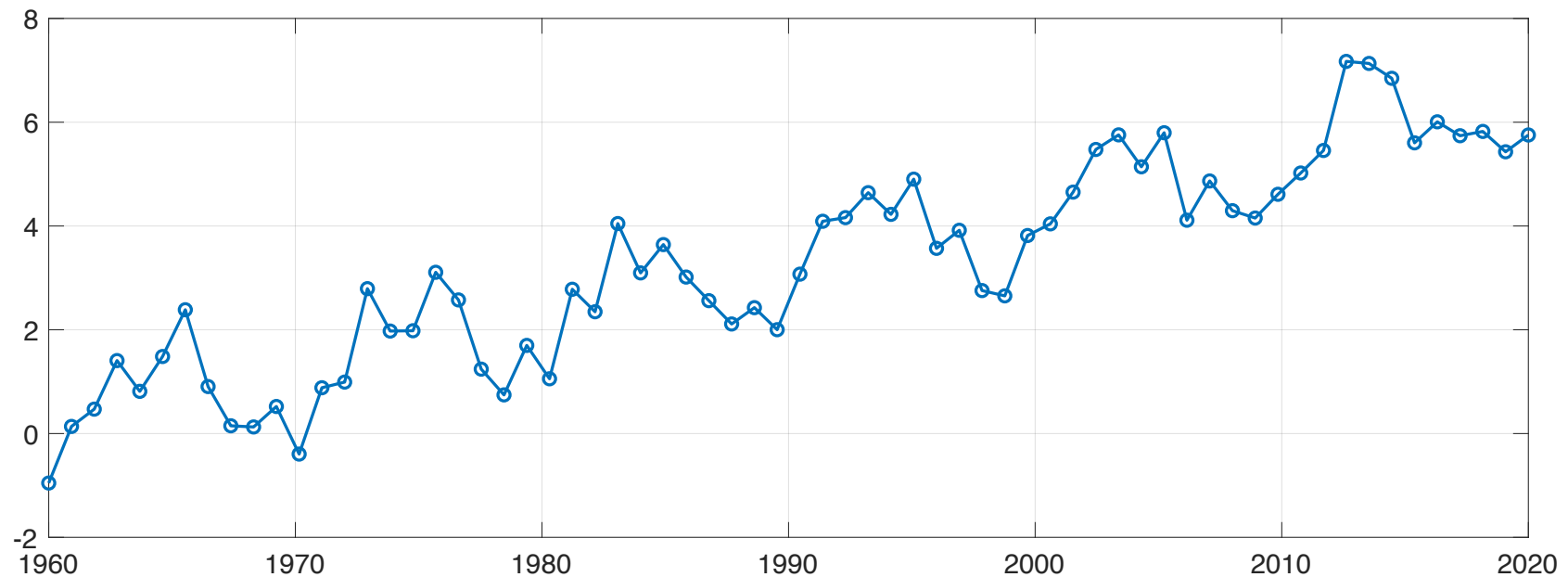
# Elaborazione di serie temporali

Fondamenti Elaborazione dei Segnali e Immagini  
(FESI)

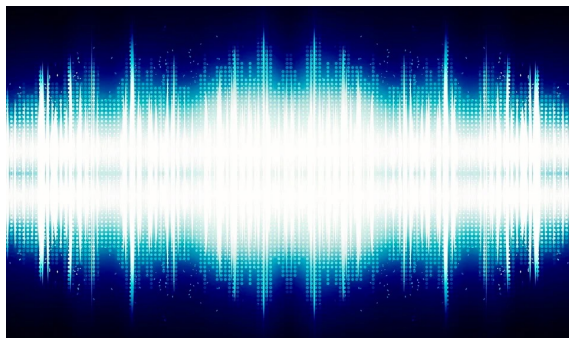
Francesca Odone [francesca.odone@unige.it](mailto:francesca.odone@unige.it)

# Serie temporali: definizione

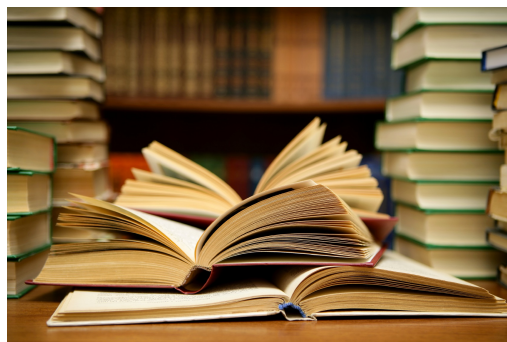
- Una serie temporale è una sequenza di dati acquisiti ad intervalli di tempo regolari
- Ambiti: finanza, medicina, ambiente,...



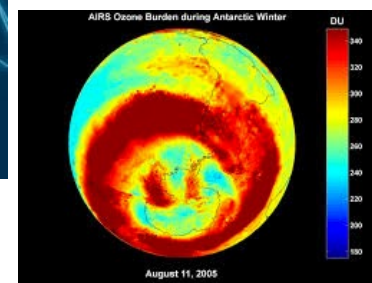
# Serie temporali: Applicazioni



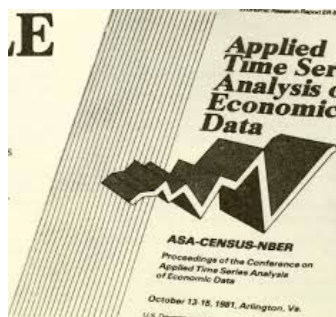
Audio



Text



IoT



# Serie temporali: problemi tipici

- Forecasting
  - Previsione di osservazioni future
  - Il trend
- Rilevare periodicità o stagionalità
- Rilevare anomalie

# Serie temporali: problemi tipici

- Forecasting
- Rilevare periodicità o stagionalità
- Rilevare anomalie

Noi non ci occuperemo di nulla di ciò, ci concentriamo su serie temporali univariate e su algoritmi elaborazione (spesso usata come pre-processing di quanto sopra):

- Calcolo della derivata discreta (differenze finite)
- Detection di picchi e valli

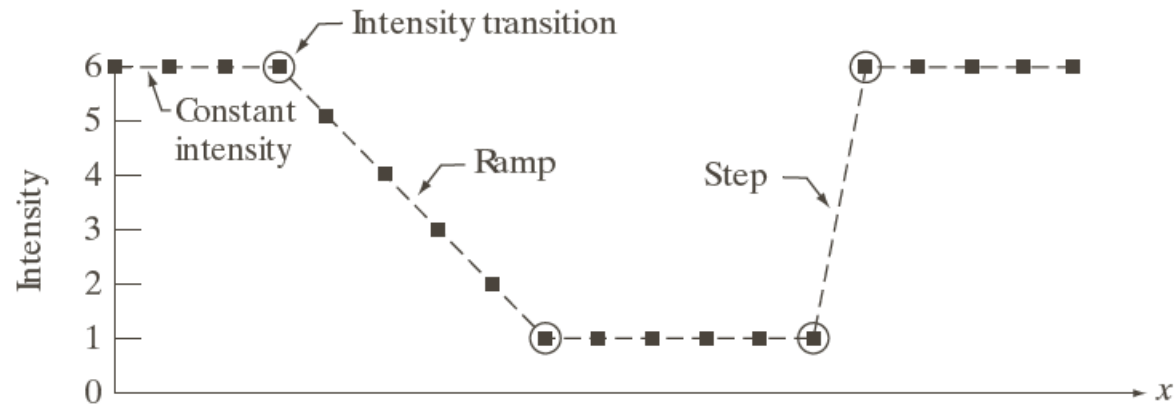
# Differenze finite

In matematica discreta le differenze finite sono definite come

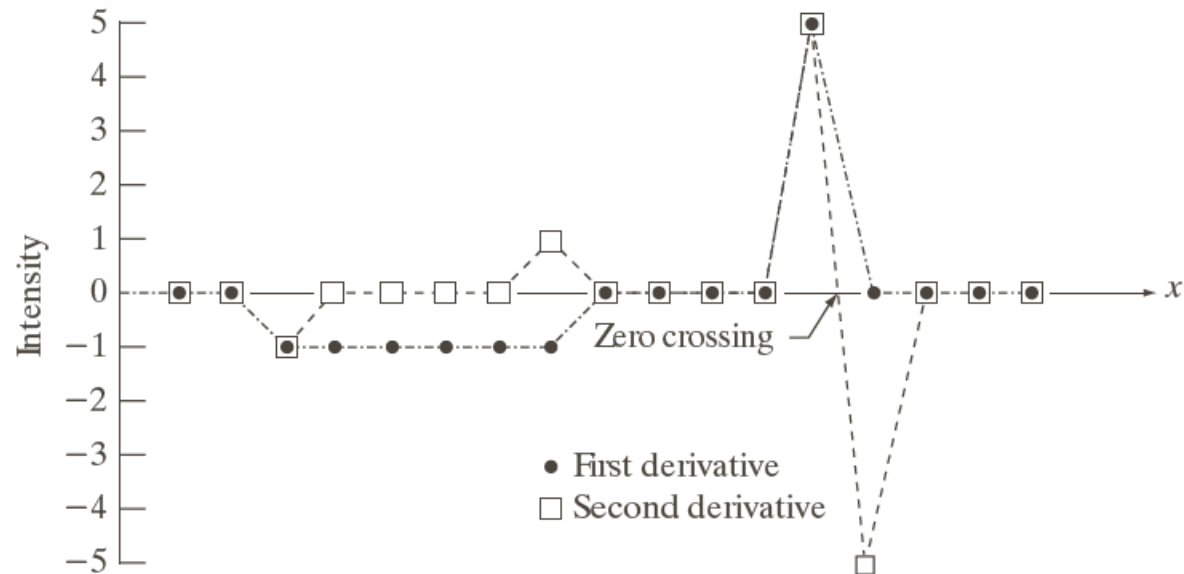
$$f'(x) = \frac{f(x + h) - f(x)}{h}$$

Nell'analisi dei segnali discreti diventano uno strumento indispensabile per rilevare punti di cambiamento del segnale

# Differenze finite: esempio



Scan line	6	6	6	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	6	$x$
1st derivative	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	
2nd derivative	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	-5	0	0	0	



# Differenze finite: comportamento del segnale

## – Derivate “a parole”

### – La derivata prima:

- 0 in zone costanti del segnale
- Diversa da zero in corrispondenza di variazioni

### – La derivata seconda:

- 0 in zone costanti del segnale
- 0 in zone a crescita o decrescita costante
- Diverse da 0 in punti di variazione della pendenza



# Differenze finite e convoluzione

Le differenze finite possono essere implementate attraverso l'operazione di convoluzione discreta con filtri opportuni

$[-1, 1]$  (forward difference)

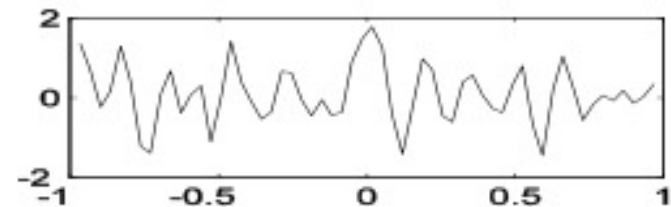
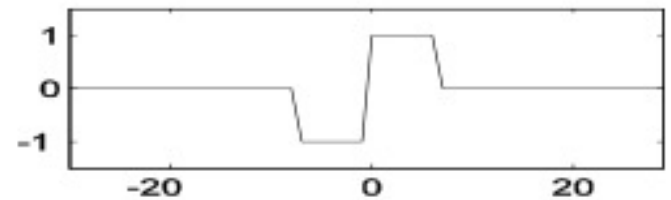
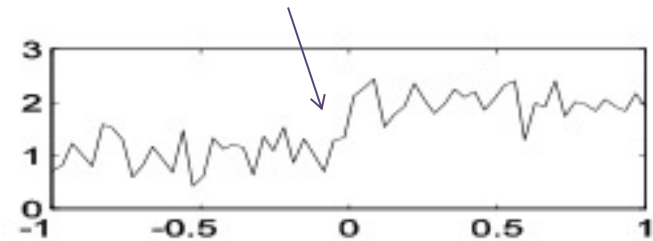
$[-0.5, 0, 0.5]$  (central difference)

NB questi filtri (anche chiamati filtri di enhancement) sono filtri passa alto

# Differenze finite e rumore

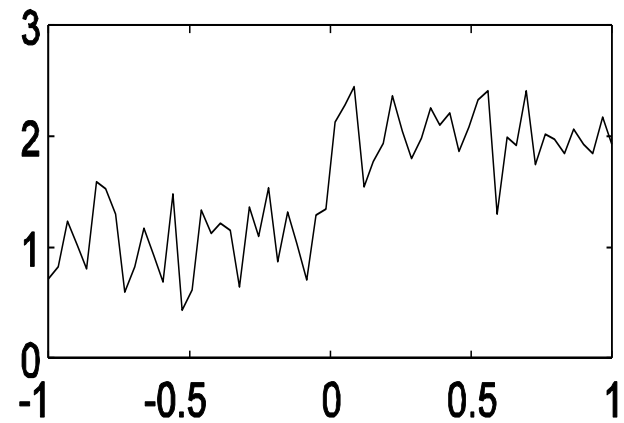
- In presenza di rumore i filtri passa alto mettono in evidenza sia il rumore che le caratteristiche del segnale

A (very) noisy signal

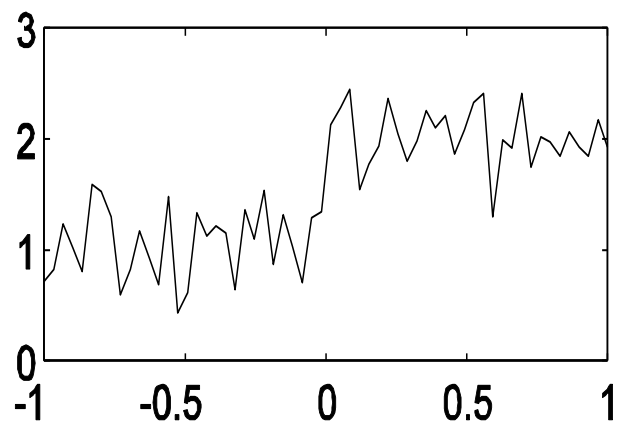


# Differenze finite e rumore

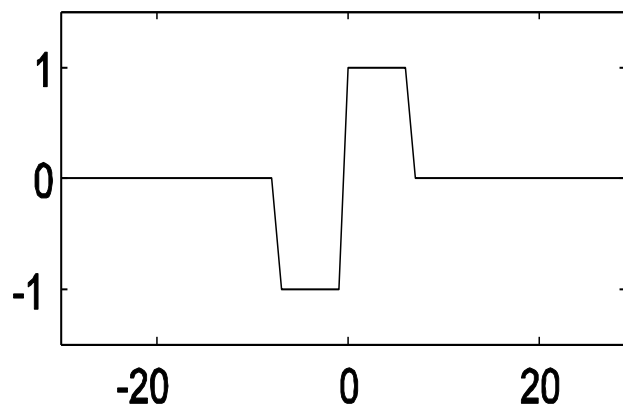
- Schema generale:
  - Filtrare il segnale con un filtro passa basso per attenuare il rumore
  - Successivamente filtrare il segnale con un filtro passa alto per mettere in evidenza i punti di cambiamento
- Esistono filtri che sono in grado di svolgere entrambi i compiti, per esempio la derivata della Gaussiana (che e' una convoluzione tra Gaussiana e filtro passa alto)



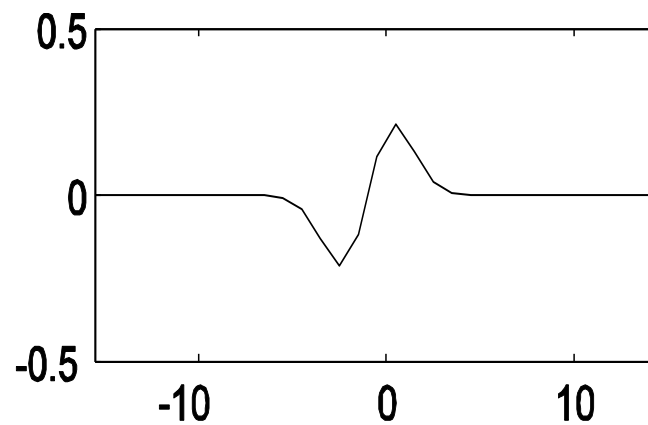
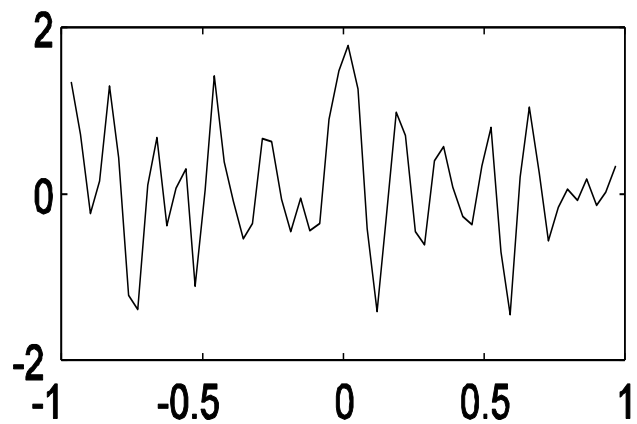
**\***



**\***

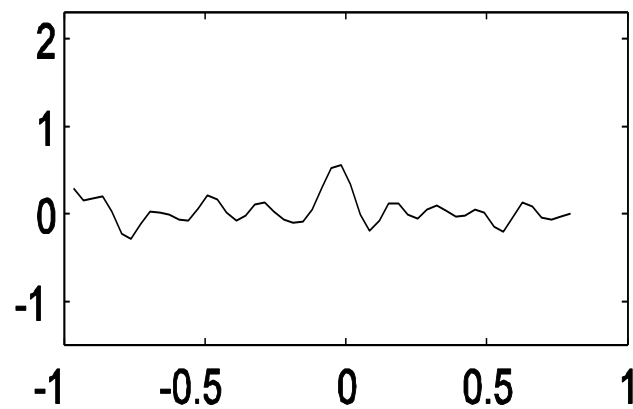


**=**



Derivata della Gaussiana

**=**

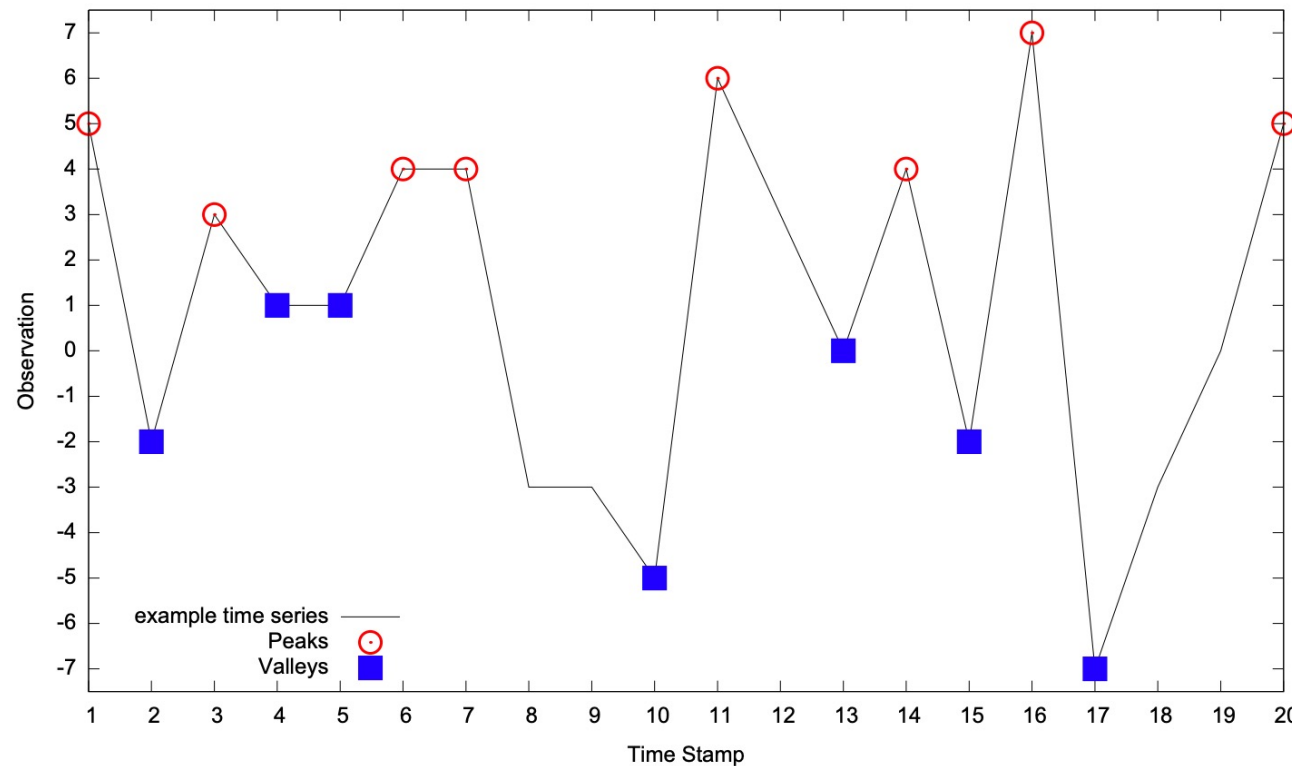


# Rilevamento di picchi

Consideriamo un intorno  $R$  di  $t$ ,  $R=[t-W,t+W]$  ( $R$  ha ampiezza  $2W+1$ )

Il massimo locale della serie temporale nell'intorno  $R$  è rilevato nella

posizione  $t_{MAX}$  t.c.  $f(t_{MAX}) > f(t)$  per ogni  $t \in R$



# UniGe

---

