



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### ELABORAZIONE DEI SEGNALI BIOMEDICI

#### MAURIZIO VARANINI

Anno accademico	2020/21
CdS	FISICA
Codice	351BB
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
BIOMEDICAL SIGNAL PROCESSING	FIS/01	LEZIONI	36	MAURIZIO VARANINI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Fornire conoscenza di metodologie avanzate di analisi ed integrazione di segnali: filtri ottimi / adattativi, Total Least Squares, analisi a Componenti Indipendenti; rivelazione di eventi, classificazione, apprendimento e validazione.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica delle conoscenze sarà oggetto della prova orale finale.

##### *Capacità*

Lo studente avrà un quadro delle metodologie per l'estrazione di informazione dai segnali biomedici.

##### Programma (contenuti dell'insegnamento)

### **Trasformate tempo-frequenza**

Risoluzione tempo-frequenza, trasformata di Fourier in tempo breve, trasformata Wavelets, banchi di filtri.

### **Il modello regressivo (LS)**

#### **Filtri "ottimi" - regressione multipla**

L'errore quadratico medio, l'equazione normale (filtro di Wiener).

Metodi iterativi per la ricerca del minimo.

#### **Filtri adattativi: Algoritmi LMS e RLS**

Tracking di sistemi tempo varianti.

I filtri ottimi come filtri predittivi, la stima di modelli autoregressivi, le stime spettrali parametriche.

Cenni sui filtri ottimi/adattativi non lineari.

### **Il modello Total Least Squares**

Metodo TLS - componenti principali

Decomposizione a valori singolari, sottospazi segnale e rumore.

Identificazione di oscillazione in rumore, metodi di Pisarenko e Minimum Norm

### **Il modello a Componenti Indipendenti (ICA)**



## UNIVERSITÀ DI PISA

Le restrizioni e le ambiguità; i criteri di stima: massimizzazione della non gaussianità; massima verosimiglianza; minimizzazione della mutua informazione.

---

### Rivelazione e classificazione di eventi

#### Selezione di parametri.

Il metodo delle componenti principali.

Metodi di selezione di misure significative per una classificazione assegnata. Il rapporto tra varianze come criterio di "bontà" di una misura.

#### Rivelazione di eventi

Probabilità descrittive evento-risposta ed evento-manifestazione.

Elementi di teoria della decisione: la regola di Bayes, il criterio di massima verosimiglianza, la regola minimax.

La curva ROC.

#### Classificazione

Classificazione Bayesiana: minimizzazione del valore atteso del costo totale di classificazione; massima verosimiglianza. Funzioni discriminanti quadratiche, funzioni discriminanti lineari. Assi canonici.

Apprendimento e validazione su archivi annotati.

Raggruppare oggetti in base ad un criterio di similitudine: metriche: L1, L2 e L<sub>inf</sub>; algoritmi di clustering.

Bibliografia e materiale didattico

### *Materiale didattico*

Sintetici appunti del docente con esempi ed applicazioni in Matlab.

### *Testi di riferimento*

#### **Trasformate tempo-frequenza**

M.Varanini. "Linear Time-frequency representation" in Advanced Methods of Biomedical Signal Processing, Wiley, 2011.

#### **Filtri Adattativi**

S. Haykin. Adaptive Filter Theory. Prentice Hall, 1996.

#### **Analisi a Componenti Indipendenti**

A. Hyvarinen, J. Karhunen, E. Oja. Independent Component Analysis. Wiley-Interscience Publication, 2001.

#### **Classificazione e Clustering**

R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork, Pattern Classification. Wiley Interscience,

--- Altri testi ---

#### **Filtri Adattativi**

S.T. Alexander. Adaptive Signal Processing, Theory and Applications. Springer-Verlag, 1986.

B. Widrow, S.D. Stearns. Adaptive Signal Processing. Prentice Hall, 1986.

#### **Analisi spettrale parametrica**

S.L.Marple. Digital spectral estimation. Prentice-Hall, 1987.

#### **Total Least Squares**

S. Van Huffel, J. Vanderwalle. The Total Least Squares Problem: Computational Aspects and Analysis. SIAM, Philadelphia, PA, 1991.

G.H. Golub, C. Van Loan. Matrix Computations. The Johns Hopkins University Press, 1989.

#### **Classificazione e Clustering**

C.M.Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.

T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2009.

Modalità d'esame

orale



*Ultimo aggiornamento 13/02/2021 23:32*