



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## STATISTICAL SIGNAL PROCESSING

FULVIO GINI

Anno accademico 2020/21  
CdS BIONICS ENGINEERING  
Codice 765II  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
STATISTICAL SIGNAL PROCESSING	ING-INF/03	LEZIONI	60	FULVIO GINI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Questo corso riguarda l'elaborazione statistica dei segnali, a livello di primo anno di Laurea Magistrale. L'obiettivo è fornire le conoscenze di base necessarie per risolvere i tipici problemi mediante l'utilizzo di metodi di elaborazione statistica del segnale. I problemi tipici sono: stima dei parametri di un segnale immerso nel rumore, recupero corretto di un messaggio informativo a partire da dati corrotti da disturbo, analisi spettrale dei segnali, modellazione parametrica, stima di processi aleatori, con applicazioni nella bioingegneria, geofisica, telerilevamento, radar e comunicazioni digitali.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Il docente fornirà un certo numero di esercizi tipo con le soluzioni e il codice Matlab per implementare gli algoritmi più importanti studiati nel corso. Lo studente può eseguire autonomamente gli algoritmi per capire meglio il loro comportamento e le loro prestazioni, per una comprensione più profonda della teoria.

#### *Capacità*

Lo studente sarà in grado di trovare algoritmi ottimali e subottimali per un determinato problema di stima e sarà in grado di valutare le prestazioni dell'algoritmo.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Il docente fornirà un certo numero di esercizi tipo con le soluzioni e il codice Matlab per implementare gli algoritmi più importanti studiati nel corso. Lo studente può eseguire autonomamente gli algoritmi per capire meglio il loro comportamento e le loro prestazioni, per una comprensione più profonda della teoria.

#### *Comportamenti*

Lo studente acquisirà l'abilità di affrontare un problema descrivendo con un modello matematico e risolvendolo con precisione.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

La verifica di quello che gli studenti hanno imparato è continua durante le lezioni, poi durante i ricevimenti individuali e infine attraverso l'esame finale.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di base di teoria della probabilità, variabili casuali e vettori casuali, dell'analisi dei segnali (tempo continuo e tempo discreto) e del progetto di filtri digitali (filtri FIR e IIR).

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali.

Attività didattiche:

- frequenza delle lezioni
- partecipazione alle discussioni
- studio individuale



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- ricerca bibliografica

Frequenza: consigliata

Metodi di insegnamento:

- lezioni ed esercitazioni

- apprendimento basato sulle attività / apprendimento basato sui problemi / apprendimento basato sull'indagine

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

RAPPRESENTAZIONE GEOMETRICA DEI SEGNALI - Teorema della proiezione. Espansione di Karhunen-Loeve di processi casuali. TEORIA DELLA STIMA - Proprietà degli stimatori: polarizzazione, efficienza, consistenza. Stima dei parametri deterministici: metodo della massima verosimiglianza (ML). Stima dei parametri casuali: l'approccio Bayesiano (errore quadratico medio minimo e massimo a posteriori). Limite inferiore di Cramér-Rao. Stima di parametri con rumore gaussiano bianco. STIMA LINEARE OTTIMA - Principio di ortogonalità: equazioni di Yule-Walker. Processo di innovazione Filtraggio, predizione e interpolazione. Filtro Wiener e Kalman. MODELLI LINEARI DEI PROCESSI CASUALI - Modelli autoregressivi (AR), a media mobile (MA) e ARMA. L'algoritmo di Levinson-Durbin. ANALISI SPETTRALE - Metodi non parametrici diretti (periodogrammi) e indiretti (correlogrammi). Bartlett, Welch e Blackman-Tukey si avvicinano. Stima parametrica basata su modelli ARMA

### Bibliografia e materiale didattico

1996. Steven M. Kay, Fundamentals of statistical signal processing - Estimation theory, Prentice Hall 1993. Steven M. Kay, Fundamentals of statistical signal processing - Detection theory, Prentice Hall

### Indicazioni per non frequentanti

Contattare il docente per discutere i contenuti del corso e il materiale su cui studiare.

### Modalità d'esame

Durante la prova scritta (2 ore) allo studente viene chiesto di risolvere alcuni esercizi al fine di dimostrare la capacità di mettere in pratica i principi di base della teoria analizzati durante il corso. Durante la prova orale, lo studente sarà valutato sulla base della sua capacità di discutere i contenuti del corso con competenza, consapevolezza critica e correttezza di espressione.

Metodi:

- Prova orale finale

- Prova scritta finale

Ulteriori informazioni: La prova finale è composta da una prova scritta seguita da una prova orale.

### Note

Il materiale del corso è disponibile a richiesta. Contattare il docente.

*Ultimo aggiornamento 09/09/2020 15:56*