



## UNIVERSITÀ DI PISA

ANALISI E SIMULAZIONE DI SEGNALI ALEATORI

---

FULVIO GINI

Academic year

2019/20

Course

INGEGNERIA DELLE  
TELECOMUNICAZIONI

Code

565II

Credits

6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ANALISI E SIMULAZIONE DI SEGNALI ALEATORI	ING-INF/03	LEZIONI	60	FULVIO GINI

## Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*

L'insegnamento tratta i temi basilari della teoria dei processi aleatori di interesse per l'ingegneria delle telecomunicazioni. Lo scopo è quello di far acquisire allo studente familiarità con la descrizione e l'analisi statistica di fenomeni non deterministici. Tre crediti sono dedicati all'attività di laboratorio informatico, mirata all'acquisizione di ulteriori conoscenze nell'ambito della simulazione e dell'analisi statistica di fenomeni aleatori. A tale attività saranno dedicate otto esercitazioni sperimentali.

*Modalità di verifica delle conoscenze*

Il docente proporrà un certo numero di esercitazioni da svolgere usando il linguaggio Matlab, fornendo poi con le soluzioni e il codice Matlab. Le esercitazioni riguarderanno la generazione di dati secondo predefiniti modelli statistici e l'implementazione software degli 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 implementare gli algoritmi Matlab per risolvere un determinato problema di stima e sarà in grado di valutare le prestazioni dell'algoritmo.

*Modalità di verifica delle capacità*

Il docente proporrà 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



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- partecipazione alle discussioni

- studio individuale

- 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)

VARIABILI ALEATORIE: Momenti ordinari e momenti centrali, *skewness* e *kurtosis* e loro utilizzo per la caratterizzazione di variabili aleatorie non gaussiane, funzione caratteristica, teorema dei momenti e suo utilizzo, teorema di De Moivre-Laplace.

SISTEMI DI VARIABILI ALEATORIE: Complementi sui vettori aleatori. Distribuzioni condizionate e teorema di Bayes e teorema della probabilità totale per v.a. continue. Medie e varianze condizionate. Proprietà dei vettori Gaussiani. Generatori di numeri casuali. Analisi dell'istogramma e concetto di *scatter-plot*.

FUNZIONI DI VARIABILI ALEATORIE: Funzioni di due v.a. Teorema fondamentale per le trasformazioni di vettori aleatori. Statistiche ordinate e filtro a mediana. Trasformazioni lineari di vettori Gaussiani. Teorema di Bernoulli (legge dei grandi numeri) e Teorema-Limite Centrale. Misura empirica del valor medio e della varianza. Misura della probabilità di eventi. Misura di un segnale costante immerso in rumore additivo Gaussiano.

PROCESSI STOCASTICI: Complementi sui processi aleatori tempo-continui. Descrizione in potenza. Funzione di autocorrelazione (ACF) e densità spettrale di potenza (PSD), teorema di Einstein-Wiener-Khintchine. Processi aleatori parametrici. Il concetto di ergodicità. Misura empirica della funzione valor medio, dell'ACF e della PSD. Trasformazioni lineari e non lineari di processi casuali. Cenni ai processi tempo-discreti. Processi Gaussiani tempo-discreti. Stazionarietà in senso lato e in senso stretto. Definizione di ACF e PSD per processi tempo-discreti. Campionamento di processi tempo-continui. Processo di rumore bianco tempo-discreto. DFT di un processo bianco tempo-discreto. Processo di Markov o autoregressivo del primo ordine, AR(1).

### Bibliografia e materiale didattico

Materiale fornito dal docente.

### 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 matlab (2 ore) allo studente viene chiesto di risolvere alcuni esercizi utilizzando il linguaggio Matlab 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 Matlab finale

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

### Note

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

Ultimo aggiornamento 10/09/2019 11:10