



UNIVERSITÀ DI PISA SEGNALI ALEATORI

ANTONIO ALBERTO D'AMICO

Academic year	2018/19
Course	INGEGNERIA ELETTRONICA
Code	803II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
SEGNALI ALEATORI	ING-INF/03	LEZIONI	60	ANTONIO ALBERTO D'AMICO

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso fornisce le nozioni fondamentali di teoria della probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici, e gli strumenti matematici utilizzati per l'elaborazione di segnali aleatori. Tra gli argomenti del corso ci sono gli assiomi della probabilità, la caratterizzazione statistica completa delle variabili aleatorie mediante la loro funzione di distribuzione (o mediante la densità di probabilità), gli indici statistici quali il valor medio e la varianza, lo studio di trasformazioni di variabili aleatorie, la funzione di autocorrelazione e la densità spettrale di potenza di segnali aleatori, il filtraggio di processi stocastici attraverso sistemi lineari tempo-invarianti.

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze sarà effettuata proponendo agli studenti di risolvere degli esercizi in classe con la supervisione del docente. Inoltre, all'inizio di ogni lezione il docente farà un breve riepilogo dei concetti fondamentali visti nella lezione precedente coinvolgendo gli studenti con delle domande al riguardo.

Capacità

Alla fine del corso, gli studenti dovrebbero:

- aver compreso i concetti di esperimento aleatorio, regolarità statistica, variabile aleatoria, distribuzione di probabilità, il significato di indici statistici quali valor medio e varianza.
- aver compreso il concetto di indipendenza di eventi (indipendenza di variabili aleatorie), e quello di condizionamento rispetto ad un evento.
- aver compreso il concetto di correlazione tra due variabili aleatorie, e il significato della covarianza e del coefficiente di correlazione.
- aver compreso il concetto di processo stocastico, e la sua descrizione in potenza mediante il valor medio e la funzione di autocorrelazione (nel dominio del tempo) o mediante la densità spettrale di potenza (nel dominio della frequenza).
- aver acquisito solide conoscenze riguardo all'elaborazione di segnali aleatori (in particolare, mediante sistemi lineari tempo-invarianti).

Modalità di verifica delle capacità

Le capacità acquisite dallo studente saranno verificate mediante esercizi che il docente con regolarità assegnerà agli studenti. La correzione di tali esercizi avverrà in aula, in modo da fornire agli studenti gli strumenti per giudicare il loro livello di preparazione e sensibilizzarli a seguire il corso in maniera attiva.

Comportamenti

Gli studenti potranno acquisire e sviluppare rigore metodologico e scientifico, insieme alla capacità di analizzare criticamente le soluzioni dei problemi mettendo in evidenza i pro e i contro dei procedimenti adottati.

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica dei comportamenti degli studenti avverrà in aula durante le lezioni frontali, attraverso domande a loro rivolte su temi specifici trattati durante le lezioni precedenti.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Allo studente si richiedono solide basi di analisi matematica (con particolare riguardo al calcolo differenziale ed integrale), conoscenze di base



UNIVERSITÀ DI PISA

di algebra lineare (vettori, matrici), e familiarità con i principi fondamentali dell'analisi di Fourier e l'elaborazione dei segnali (in particolare, mediante sistemi lineari tempo-invarianti).

Indicazioni metodologiche

Tipo di insegnamento: lezioni frontali

Metodi di apprendimento:

- presenza alle lezioni
- partecipazione alle discussioni
- studio individuale

Frequenza: raccomandata

Forme di insegnamento:

- lezioni

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Elementi di teoria della probabilità: esperimenti aleatori e spazio campione, concetto di evento, definizione di probabilità e relativi assiomi, probabilità congiunta e probabilità condizionata, teorema della probabilità totale, teorema di Bayes, eventi indipendenti e loro proprietà, prove indipendenti ripetute.

Variabili aleatorie e vettori aleatori: definizione di variabile aleatoria, variabili aleatorie discrete e continue, variabili aleatorie miste, funzione di distribuzione e sue proprietà, densità di probabilità e sue proprietà, valore medio e varianza di una variabile aleatoria, teorema dell'aspettazione, momenti di una variabile aleatoria, trasformazione di una variabile aleatoria, variabili aleatorie notevoli (uniformi, Gaussiane, esponenziali, di Rayleigh, di Poisson, binomiali). Definizione di vettore aleatorio, densità di probabilità congiunta di una coppia di variabili aleatorie, densità di probabilità marginali, densità di probabilità condizionata, variabili aleatorie indipendenti, concetto di correlazione di una coppia di variabili aleatorie, trasformazione di una coppia di variabili aleatorie, variabili aleatorie congiuntamente Gaussiane, vettori aleatori Gaussiani e loro proprietà.

Processi stocastici: definizione di processo stocastico, processi parametrici, funzione di distribuzione e densità di probabilità di ordine N , stazionarietà del primo e secondo ordine, processi stazionari in senso lato e in senso stretto, processi indipendenti e incorrelati, funzione di autocorrelazione e sue proprietà, funzione di covarianza di un processo, processi Gaussiani, densità spettrale di potenza e sue proprietà, relazione tra densità spettrale di potenza e funzione di autocorrelazione, densità spettrale di potenza mutua tra due processi, filtraggio lineare di un processo, cross-correlazione tra i processi di ingresso e uscita da un sistema LTI, processi bianchi.

Bibliografia e materiale didattico

Testi consigliati:

[1] Marco Luise e Giorgio M. Vitetta, "Teoria dei Segnali", Mc-Graw Hill Companies, 2009.

[2] Lucio Verrazzani, "Teoria dei Segnali: Segnali aleatori", ETS Università, 1984.

[3] Athanasios Papoulis and Unnikrishna Pillai, "Probability, random variables and stochastic processes", McGraw-Hill Education, 2015.

Indicazioni per non frequentanti

I temi affrontati nel corso sono ampiamenti trattati nei testi classici di probabilità e statistica, e quindi facilmente reperibili anche non frequentando le lezioni frontali. Per ogni chiarimento sugli argomenti del corso, è sempre possibile contattare il docente via posta elettronica chiedendo un appuntamento.

Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova scritta e una prova orale. In generale, il voto finale è dato dalla media aritmetica dei voti riportati allo scritto ed all'orale.

Durante la prova scritta, che dura un'ora, lo studente deve risolvere due esercizi sugli argomenti del corso. La prova si svolge in un'aula normale e viene superata solo se lo studente acquisisce un punteggio di almeno 15/30. Una volta superata, essa rimane valida per tutta la sessione di appelli corrente.

Durante la prova orale verrà verificata la comprensione degli aspetti teorici dell'insegnamento da parte del candidato. Si potrà anche richiedere la risoluzione di problemi/esercizi scritti davanti al docente o in separata sede. La prova sarà superata solo se il candidato mostra di sapersi esprimere in modo chiaro e con la giusta terminologia, rispondendo correttamente almeno alle domande sugli argomenti basilari del corso.

Ultimo aggiornamento 28/01/2019 09:22