

**PROGRAMMA DEL CORSO “TEORIA DEI FENOMENI ALEATORI”
LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI**

Scopi del corso

Il corso si propone di definire le basi per la comprensione della teoria dei processi stocastici e di mostrare la rilevanza di tale teoria nello studio di problemi di particolare interesse nel settore delle telecomunicazioni, quali l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione.

Richiami sui modelli probabilistici di fenomeni aleatori

Spazio di probabilità. Teorema della probabilità totale e di Bayes. Indipendenza e indipendenza condizionata. Spazio di probabilità prodotto. Prove ripetute e bernoulliane. La legge binomiale. Trasmissione su canale disturbato e codifica: modello di canale binario simmetrico e calcolo della probabilità di errore.

Variabili casuali

Richiami sulle variabili casuali: definizione; funzione di distribuzione e densità congiunta; variabili congiuntamente gaussiane; indipendenza, incorrelazione ed ortogonalità tra variabili casuali. La funzione caratteristica. Trasformazione di variabili casuali. Calcolo della densità di probabilità della variabile risultato della trasformazione. Il problema dell'equalizzazione dell'istogramma.

Distribuzione e densità condizionata

Condizionamento rispetto ad un evento: densità e valore atteso condizionato. Calcolo della densità dell'errore di quantizzazione. Condizionamento rispetto ad una variabile casuale: densità e valore atteso condizionato.

Trasmissione su canale disturbato: modello con rumore additivo gaussiano, la decodifica MAP e ML.

Convergenza stocastica e Teoremi limite

Nozioni di convergenza di una successione di variabili casuali. La legge dei grandi numeri e il teorema del limite centrale. Teoremi di De-Moivre Laplace e Teorema di Poisson per l'approssimazione della binomiale. Applicazioni alla teoria della codifica binaria.

Processi stocastici

Processi stocastici. Definizione e loro caratterizzazione statistica. Stazionarietà in senso lato ed in senso stretto. Ciclostazionarietà. Ergodicità del valor medio. Teorema di Slutsky. Ergodicità della funzione di autocorrelazione. Densità spettrale di potenza. Periodogramma. Processi stazionari: teorema di Wiener-Kintchine.

Elaborazione lineare e nonlineare di un processo stocastico

Elaborazione di un processo stocastico con un sistema nonlineare senza memoria. Elaborazione di un processo stocastico con un sistema lineare. Filtraggio di un processo stocastico stazionario. Somma e prodotto di processi stocastici.

Esempi di processi stocastici: processi PAM, gaussiani, e di Markov

Segnale periodico con fase casuale. Processi gaussiani. Definizione e principali proprietà. Rumore bianco. Processi di tipo PAM. Definizione e principali proprietà. Calcolo della funzione di autocorrelazione e della densità spettrale di potenza. Processi di Markov. Definizione e classificazione. Catena di Markov a tempo discreto. Probabilità di transizione. Equazione di Chapman Kolmogorov. Catena di Markov omogenea. Distribuzione stazionaria e distribuzione limite.

Testi di riferimento

A. Papoulis, “Probability, Random Variables and Stochastic Processes”, Third Edition, 1991, Mc Graw Hill.

S. Bellini, “Elementi di teoria dei segnali”, CLUP, 1983.

Per ulteriori approfondimenti

A. N. Shiryaev, “Probability”, Springer, 1989.

E. Parzen, “Stochastic Processes”, Society for Industrial & Applied Mathematics, 1999.