



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## PROBABILITÀ E PROCESSI STOCASTICI

**DARIO TREVISAN**

Anno accademico

2023/24

CdS

INGEGNERIA ROBOTICA E  
DELL'AUTOMAZIONE

Codice

455AA

CFU

6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
PROBABILITÀ E PROCESSI STOCASTICI	MAT/06	LEZIONI	60	DARIO TREVISAN

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Apprendimento dei concetti di base della Probabilità, intesa come calcolo del grado di fiducia basato su informazione parziale, con approfondimenti riguardanti la teoria generale dei Processi Stocastici (catene di Markov, processi di Markov a salti, processi autoregressivi, serie storiche).

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica delle conoscenze acquisite si svolgerà attraverso modalità scritta e orale.

#### *Capacità*

Alla fine del corso lo studente avrà sviluppato capacità di studio e risoluzione di problemi che richiedano l'uso di tecniche del calcolo della Probabilità e della Statistica, in particolare collegate alla teoria dei Processi stocastici.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Risoluzione di esercizi/problemi analitici (prova scritta), prova orale su tutti gli argomenti svolti (inclusi semplici comandi R).

#### *Comportamenti*

Lo studente acquisirà sensibilità per le problematiche relative al calcolo rigoroso e accurato del grado di fiducia (probabilità) in situazioni di incertezza dovute a informazione incompleta.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Nel corso delle prove scritte e della prova orale si verificherà il comportamento di cui sopra.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di Analisi (integrali, derivate -- possibilmente in più variabili) e di Algebra lineare (risoluzione di sistemi lineari, calcolo di autovalori e autovettori, teorema spettrale).

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni frontali alla lavagna digitale (tablet) alternate a slides ed esempi con il software R.

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

Il corso seguirà da vicino il programma dell'anno precedente, trattando i seguenti argomenti:

- introduzione al calcolo delle probabilità, probabilità condizionata, sistemi di alternative, formula di Bayes, indipendenza tra eventi, verosimiglianza
- variabili aleatorie (discrete e continue), variabili congiunte e marginali, formula di Bayes per variabili aleatorie, indipendenza, statistica bayesiana con variabili aleatorie, stima di massima verosimiglianza
- indicatori caratteristici per variabili aleatorie: funzione di ripartizione e sopravvivenza, quantile, mediana, valor medio, varianza e deviazione standard, covarianza, correlazione, momenti, funzione generatrice dei momenti e funzione caratteristica, entropia
- variabili aleatorie gaussiane (reali e vettoriali) e proprietà fondamentali. Stima dei parametri da osservazioni indipendenti. Applicazioni:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Principal Component Analysis e Regressione (lineare).

- teoria generale dei processi: classificazione in base agli stati/tempi discreti/continui, stazionarietà, proprietà di Markov, omogeneità. Processi a stati discreti: catene di Markov e processi di Markov a salti, distribuzioni invarianti, stima dei parametri dalle osservazioni. Esempi dalla teoria delle code.
- processi a stati continui: funzione di autocovarianza e autocorrelazione. Processi gaussiani: white noise, random walk e smorzamento esponenziale. Processi ARIMA e stazionarietà. Stima dei parametri. Teorema di Wiener-Khinchine
- teoremi limite: convergenza di variabili aleatorie, legge dei grandi numeri, teorema ergodico per processi stazionari, teorema limite centrale.

### Bibliografia e materiale didattico

Verranno seguiti da vicino gli appunti scritti dal docente.

Per la parte riguardante le catene di Markov è un ottimo riferimento anche il libro P. Baldi "Calcolo delle Probabilità" McGraw-Hill (2007).

Per impraticarsi del software R è un ottimo ausilio anche il volumetto di Carmine Frascella "Statistica Multivariata con R", Pisa University Press.

### Modalità d'esame

Prova di verifica scritta, prova orale.

*Ultimo aggiornamento 22/08/2023 17:19*