

Insegnamento: ANALISI STATISTICA DEI DATI SPERIMENTALI/STATISTICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA

SSD: FIS/01

CFU: 6

Lezione: 32 ore

Esercitazione: 20

Tipologia attività formativa: Scelta

Durata del corso: semestrale

Obiettivi formativi e risultati dell'apprendimento attesi:

Il corso intende fornire agli studenti una conoscenza più approfondita delle tecniche statistiche di analisi dei dati sperimentali. In particolare si svilupperanno i diversi aspetti della teoria della probabilità e dell'inferenza statistica ad un livello sufficientemente avanzato. Di particolare importanza saranno le esercitazioni nelle quali si useranno, sia per l'analisi che la simulazione, software specialistici di ambito statistico. Alla fine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di condurre un'analisi statistica elaborata su un campione di dati osservati o simulati.

Programma sintetico:

Elementi di teoria della probabilità

Definizioni di probabilità. Proprietà e teoremi fondamentali. Elementi di calcolo combinatorio. Dipendenza stocastica e probabilità condizionata. Teorema di Bayes e sue implicazioni.

Variabili aleatorie

Variabili aleatorie discrete e continue. Distribuzioni di variabili casuali e loro caratteristiche. Funzione cumulativa. Variabili multidimensionale. Covarianza e correlazione. Trasformazioni di variabili. Funzioni di variabili casuali e propagazione delle incertezze statistiche. Funzione caratteristica. ***Modelli di variabili casuali di interesse per la fisica*** Processi bernoulliani e corrispondenti distribuzioni: binomiale, geometrica, multinomiale, ipergeometrica. La distribuzione di Poisson. Le distribuzioni continue: uniforme, esponenziale e Cauchy. La distribuzione di Gauss. La distribuzione multi-normale. Le distribuzioni inferenziali del χ^2 , di Student e di Fisher. Generazione delle variabili casuali e metodi di simulazione.

Il problema dell'inferenza statistica

Studio sperimentale delle distribuzioni. Campione statistico. Statistiche campionarie. Media aritmetica, varianza campionaria e loro distribuzioni. La legge dei grandi numeri. Teorema del limite centrale.

Stima dei parametri delle distribuzioni

Proprietà degli stimatori. Metodo della massima verosimiglianza e sue applicazioni alle distribuzioni semplici.

Stima dell'intervallo di variabilità dei parametri. Metodo degli intervalli di confidenza .

Test delle ipotesi

Test statistici. Ipotesi nulla e alternative. Livello di significatività e potenza dei test. Test non parametrici. Principali statistiche di test. Test del χ^2 . Test del rapporto di verosimiglianza e lemma di Neyman-Pearson.

Stima dei parametri delle leggi fisiche

Metodo dei minimi quadrati. Il caso lineare: la media pesata, l'andamento rettilineo e formalismo generale del caso multidimensionale. Relazione con la massima verosimiglianza. Caso generale e metodi di linearizzazione. Valutazione della qualità dei fit. Coefficiente R^2 . Applicazione del test del χ^2 al metodo dei minimi quadrati.

Contents

Introduction to probability theory

Definitions of probability. Properties and fundamental theorems. Combinatorics. Stochastic dependence and the conditional probability. The Bayes theorem and its implications.

Random variables

Random variables. Discrete and continuous variables. Distributions of random variables and their characteristics. Cumulative distribution. Multidimensional variables. Covariance and correlation. Transformation of variables. Functions of random variables and propagation of the statistical uncertainty. Characteristic function.

Distributions of interest for physics

The Bernoulli process and related distributions: binomial, geometric, multinomial and ipergeometric. The Poisson distribution. Continuous distribution functions: uniform, exponential and Cauchy. The Gaussian distribution. The multinormal distribution. The inference variables: the distributions of χ^2 , Student and Fisher. Generation of random variables and simulation methods.

The problem of the statistical inference

Experimental study of distribution. Statistical samples. Statistics sampling. The arithmetic mean, the variance and their distributions. The law of large numbers. The central limit theorem. ***Estimation of the distribution parameters***

Properties of estimators. The maximum likelihood method and its applications. Interval estimation of parameters. The method of confidence intervals. ***Hypothesis testing***

Statistical tests. Null and alternative hypothesis. Significance level and power of tests. Non parametric tests. Principal test statistics. The χ^2 test. The likelihood ratio test and the Neyman-Pearson lemma.

Estimation of the parameters of the physics laws

The least squares method. The linear case: the weighted average, the straight line and the general formalism for the multidimensional case. Relation with the maximum likelihood method. The general case and linearization methods.

Evaluation of the fit goodness. The R^2 coefficient. Application of the χ^2 test to the least squares method.

Esami propedeutici nessuno

Anno di corso: secondo

Prerequisiti:

- padroneggiare i contenuti dei corsi di Analisi Matematica 1 e 2, Geometria;
- padroneggiare i contenuti dei corsi di Laboratorio di Fisica 1 e 2

Modalità di accertamento del profitto: Esame scritto e/o orale

Materiale didattico: Libri di testo, Sussidi didattici sul sito web-docenti