UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Statistical Data Analysis

2425-1-F1701Q096

Obiettivi

fornire allo studente le tecniche di analisi necessarie per una tesi di laurea in fisica di tipo sperimentale

Contenuti sintetici

tecniche di analisi dei dati sperimentali

- introduzione al calcolo della probabilita' e statistica

- introduzione ai calcoli Montecarlo

- stima di parametri

- tecniche di unfolding

- tecniche di acquisizione dati

- analisi MVA

Programma esteso

· **Richiami di calcolo numerico :**

Introduzione al calcolo numerico, aritmetica finita su un elaboratore

stabilita' degli algoritmi, contenimento degli errori di calcolo

Cenni ad alcune tecniche notevoli di calcolo numerico (integrazione numerica, tecniche di interpolazione, metodo degli spline, ricerca di estremi di funzioni) (*). Tecniche di smoothing di funzioni

- **Cenni sui sistemi di acquisizione dati**

Introduzione ai sistemi di acquisizione dati. Conversione di segnali analogici. Cenni agli standard di elettronica modulare NIM, CAMAC e VME. Esempi di DAQ. Esempi di programmi in VME. Introduzione allo slow-control di un esperimento (*). Introduzione a LabView (*).

- **Richiami di calcolo della probabilita' e statistica :**

Concetti fondamentali, teorema di Bayes ed interpretazione bayesiana, pdf notevoli con applicazioni, propagazione degli errori multidimensionale, funzioni caratteristiche, teorema centrale del limite

Trattamento degli errori sistematici

- **Tests statistici e stima di parametri. Inferenza statistica :**

Test di ipotesi, compatibilita' di distribuzioni statistiche, lemma di Neyman-Pearson, statistiche lineari e funzione discriminante di Fischer, statistiche non lineari e neural networks, test di Kolmogorov-Smirnov. Sampling. Tecniche per la stima di parametri.

- **Introduzione al metodo MonteCarlo :**

Introduzione, generatori di numeri pseudocasuali, metodi montecarlo, calcolo di integrali, applicazioni di tecniche montecarlo a problemi specifici. Introduzione al package GEANT4 (*).

- **Probabilita' e livelli di confidenza :**

Intervalli di confidenza classici, regioni di confidenza multidimensionali

- **Metodi di Unfolding e filtraggio dei dati :**

Il problema dell' unfolding, funzioni di regolarizzazione (MaxEnt, Tikhonov)

Tecniche di filtraggio dei dati. Esempi scelti.

- **Introduzione alle tecniche di analisi multivariata (MVA) :**

Introduzione. Tests statistici. Le reti neuronali. Il perceptrone e le NN multilayers. Classificazione di patterns. Esempi con applicazioni. Decision trees.

- **Cenni di Econofisica (*)

1. Elementi di teoria dei grafi. Teoremi sui nodi. Definizioni ed esempi. Tipi di grafi: random, loopless, scaling-free.

2. Processi stocastici. Considerazioni generali. Teorema del limite centrale. Distribuzioni con varianza infinita: Processi di Levi. Derivata frazionaria di cammini aleatori.

3. Elementi di finanza e mercati azionari. Caratterische. Distribuzioni dei returns. Modelli dei prezzi azionari: ARCH. Correlazioni tra titoli finanziari, applicazioni teoria dei grafi.

4. Modello dei prezzi azionari a quattro parametri. Derivata frazionaria per simulare correlazioni volatilita'. Skewness e effetto 'leverage'. Comportamento volatilita' e variazioni indici azionari.

- **Introduzione al concetto di segnale e di sistema (*):**

- Classificazione dei segnali

- Teorema di sampling e aliasing

- Trasformazione di Fourier discreta e Fast Fourier Transform

- Filtraggio digitale

- Wavelets

- Esempi applicativi

Gli argomenti contrassegnati con (*) hanno carattere complementare

e verranno svolti se possibile

Prerequisiti

i corsi della laurea triennale in Fisica, in particolare quelli di analisi matematica e laboratorio

Modalità didattica

lezioni frontali

Materiale didattico

Alcuni testi consigliati:

per la parte di Analisi statistica dei dati:

- **W.H. Press, B.P. Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling**

`` Numerical Recipes in C++, The Art of Scientific Computing'',

Cambridge University Press

- **M.Cugiani** ``Metodi dell' analisi numerica'', edizioni UTET

- **L. Lista** `` Statistical Methods for Data Analysis in Particle Phyisics'',

Springer Verlag

- **L. Lyons** ``Statistics for Nuclear and Particle Physicists'',

Cambridge University Press

- **R. Barlow** ``Statistics: A guide to the use of Statistical

Methods in the Physical Sciences'', J. Wiley

- **Hertz, A. Krogh, R.G. Palmer** ``Introduction to the Theory of Neural

Computation '', Addison Wesley

per la parte di tecniche di programmazione :

- **J.J. Barton, Lee R. Nackman** `` Scientific and Engineering C++'', Addison Wesley

- **D. Yevick** ``A First Course in computational Physics and Object-Oriented

Programming with C++'', Cambridge University Press

verra' distribuita copia dei lucidi delle lezioni

Periodo di erogazione dell'insegnamento

II semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

esame orale finale consistente in un seminario su approfondimenti relativi al programma del corso e discussione di un set di esercizi svolti precedentemente

Orario di ricevimento

ricevimento in orario concordato tramite e-mail

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ