



IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI A

Anno immatricolazione	2012/2013
Anno offerta	2014/2015
Normativa	DM270
SSD	ING-INF/04 (AUTOMATICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA
Curriculum	INFORMATICA
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (29/09/2014 - 16/01/2015)
Crediti	6
Ore	45 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	DE NICOLAO GIUSEPPE - 6 CFU
Prerequisiti	Nozioni base di teoria degli insiemi, logica, nozione di limite, derivata e integrale, massimizzazione di funzioni di una o più variabili.
Obiettivi formativi	Conoscenza delle nozioni di base di: teoria della stima (stima a massima verosimiglianza, stima a posteriori); identificazione di modelli mediante reti neurali; processi casuali (media, autocovarianza, densità spettrale di potenza, predizione ottima); identificazione di modelli ARMAX. Capacità di risolvere problemi di identificazione e predizione a partire dalla formalizzazione del problema di identificazione fino all'uso di strumenti informatici per stimare i parametri ed effettuare simulazioni.
Programma e contenuti	La teoria dell'identificazione raggruppa un insieme di metodologie che consentono di costruire modelli matematici di sistemi e segnali a partire dalla rilevazione di dati sperimentali. In presenza di sistemi complessi il cui comportamento è difficilmente riconducibile a leggi note, il ricorso a

tecniche di identificazione è spesso l'unico modo per ottenere modelli matematici da usare per la previsione, la simulazione e il controllo. I metodi presentati nel corso sono largamente applicati in settori eterogenei quali i controlli automatici, l'econometria, l'idrologia, la bioingegneria, la geofisica e le telecomunicazioni. Vengono richiamate alcune nozioni fondamentali di probabilità, teoria della stima e processi casuali. Vengono anche presentate le principali proprietà (stabilità e relazioni ingresso-uscita nel dominio del tempo e delle frequenze) dei sistemi lineari a tempo discreto. Nell'ambito dell'identificazione parametrica, ampio spazio è dedicato alla validazione dei modelli e alla scelta della loro complessità. Vengono anche illustrati e discussi alcuni metodi di identificazione basati sull'uso di reti neurali, analizzando vantaggi e svantaggi rispetto alle tecniche di identificazione tradizionali. Lo studio dei modelli dinamici affronta tre argomenti principali: la predizione ottima di processi casuali stazionari (filtraggio alla Wiener), l'identificazione di sistemi dinamici a tempo discreto e la stima spettrale (sia non parametrica che a massima entropia).

Fondamenti di calcolo delle probabilità:

nozione di probabilità;
indipendenza statistica, probabilità condizionata, teorema della probabilità totale e di Bayes;
prove di Bernoulli, eventi di Poisson;
nozione di variabile casuale (V.C.), funzione di distribuzione e densità di probabilità, funzioni di V.C.;
moda, mediana e momenti di una V.C.,
V.C. congiunte: distribuzione, densità, momenti, indipendenza, incorrelazione, funzioni di V.C. congiunte;
legge dei grandi numeri, V.C. gaussiane, teorema fondamentale della convergenza stocastica.

Fondamenti di statistica:

Nozione di stimatore, proprietà degli stimatori;
momenti campionari e loro proprietà principali
intervalli di confidenza per la media campionaria, la V.C. "t di Student"

Identificazione di modelli lineari nei parametri

Il metodo dei minimi quadrati, equazioni normali, identificabilità;
Best Linear Unbiased Estimator: stimatore, varianza dei parametri;
Validazione e scelta della complessità: test chi quadrato, test F, criteri FPE, AIC, MDL.

Teoria della stima:

il criterio della massima verosimiglianza: proprietà ed esempi;
stima "a posteriori": stimatore di Bayes;
crossvalidazione, effetti della complessità dei modelli su polarizzazione e varianza;
identificazione di modelli non lineari nei parametri.

	<p>Identificazione mediante reti neurali:</p> <p>reti neurali a base radiale; reti di perceptroni; generalizzazione, overfitting, dimensionamento delle reti.</p> <p>Processi casuali e predizione ottima:</p> <p>media, autocorrelazione, autocovarianza, indipendenza, incorrelazione; rumore bianco, passeggiata casuale, processi MA, AR, ARMA, equazioni di Yule-Walker; stazionarietà, densità spettrale di potenza, stima spettrale non parametrica; teorema della fattorizzazione spettrale, predittore ottimo.</p> <p>Identificazione di modelli dinamici:</p> <p>modelli a errore di uscita, ARX, ARMAX; l'approccio predittivo all'identificazione; stima ai minimi quadrati di modelli ARX: analisi probabilistica, persistente eccitazione.</p>
Metodi didattici	<p>Lezioni (ore/anno in aula): 75 Esercitazioni (ore/anno in aula): 25 Attività pratiche (ore/anno in aula): 8</p>
Testi di riferimento	<p>A. Papoulis. Probability, Random Variables, and Stochastic Processes. McGraw-Hill.</p> <p>M. Bramanti. Calcolo delle probabilità e statistica. Esculapio.</p> <p>T. Söderstrom, P. Stoica. . System identification. Prentice-Hall.</p>
Modalità verifica apprendimento	<p>Esame scritto</p>
Altre informazioni	<p>Esame scritto</p>
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	<p>SBI legenda sviluppo sostenibile</p>