UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2020/2021

IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI B

Anno immatricolazione	2018/2019
Anno offerta	2020/2021
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	Secondo Semestre (08/03/2021 - 14/06/2021)
Crediti	6
Ore	52 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	SCRITTO
Docente	DE NICOLAO GIUSEPPE (titolare) - 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 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).

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.

Identificazione mediante reti neurali:

reti neurali a base radiale;
reti di percettroni;
generalizzazione, overfitting, dimensionamento delle reti.

Processi casuali e predizione ottima:

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.

Identificazione di modelli dinamici:

modelli a errore di uscita, ARX, ARMAX;
l'approccio predittivo all'identificazione;
stima ai minimi quadrati di modelli ARX: analisi probabilistica, persistente eccitazione.

Metodi didattici

Lezioni frontali, esercitazioni, laboratorio

Testi di riferimento

Appunti delle lezioni (http://sisdin.unipv.it/labsisdin/teaching/teaching.php).

A. Papoulis. Probability, Random Variables, and Stochastic Processes.

	McGraw-Hill. L. Ljung. System Identification: Theory for the User. Prentice-Hall.
Modalità verifica apprendimento	Esame scritto: due domande di natura teorica e due di natura pratica.
Altre informazioni	Esame scritto: due domande di natura teorica e due di natura pratica.
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile