

Programma del corso di  
**Identificazione e Analisi dei Dati**  
A.A. 2009-10

**PRIMA PARTE** (comune a tutti)

**Introduzione al corso.**

**Richiami su variabili aleatorie.** Distribuzioni univariate e multivariate, probabilità condizionata.

**Processi stocastici.** Definizioni; media e covarianza. Esempi: processi bianchi, processi esponenzialmente correlati. Rappresentazione frequenziale di processi stocastici. Sistemi dinamici stocastici, rappresentazione ingresso-uscita. Modelli AR, MA, ARMA.

**Teoria della stima.** Formulazione del problema. Stima a massima verosimiglianza. Stima a minimo errore quadratico medio. Stimatori di Gauss-Markov, stimatori ai minimi quadrati. Esempi di problemi di stima.

**Predizione e filtraggio di serie temporali.** Formulazione del problema. Filtro ottimo FIR, filtro di Wiener (cenni). Predittore ottimo FIR. Esempi.

**Introduzione all'identificazione di sistemi dinamici.** Modelli lineari ingresso-uscita. Errore di predizione. Stima parametrica. Stimatori ai minimi quadrati per modelli a regressione lineare.

*Esercitazioni:* processi stocastici, teoria della stima, predizione e filtraggio.  
*Ricevimento collettivo.*

*Prima prova intermedia.*

**SECONDA PARTE** (solo per studenti del Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Gestionale N.O., piano di studi standard)

**Stima dello stato di sistemi dinamici.**

Concetto di stato nei sistemi stocastici; processi di Markov. Il problema della stima dello stato. Filtro di Kalman per sistemi lineari: derivazione delle equazioni e proprietà. Filtro di Kalman come osservatore dello stato; confronto con filtri tempo-invarianti. Proprietà del filtro di Kalman.

**Identificazione ricorsiva di sistemi dinamici.**

Identificazione ricorsiva: motivazioni. Modelli a regressione lineare: algoritmo RLS. Interpretazione come filtro di Kalman. Algoritmi ricorsivi per modelli a regressione pseudo-lineare.

Algoritmi con finestra esponenziale.

**Algoritmi di identificazione di sistemi dinamici.** Calcolo della stima ottima, metodi numerici. Uso di strumenti software per l'identificazione.

**Filtraggio non lineare.**

Il filtro di Kalman esteso. Applicazioni di filtraggio nonlineare. Il ruolo del filtro di Kalman nell'analisi di serie temporali (cenni).

*Esercitazioni:* identificazione parametrica, filtro di Kalman.

*Ricevimento collettivo.*

*Seconda prova intermedia (project work).*

# Bibliografia

DISPENSE (solo per la prima parte del corso)

- A. Garulli e A. Giannitrapani.  
*Dispense di Identificazione e Analisi dei Dati.*  
[http://www.dii.unisi.it/~control/iead/dispense/Dispense\\_1\\_1.pdf](http://www.dii.unisi.it/~control/iead/dispense/Dispense_1_1.pdf)  
(work in progress...)

## TESTI DI CONSULTAZIONE

Modellistica di sistemi dinamici

- L. Ljung and T. Glad. *Modelling of dynamical systems*. Prentice-Hall, 1994.

Teoria della stima e filtraggio

- T. Soderstrom. *Discrete-time stochastic systems: estimation and control*. Prentice-Hall, 1994.

Identificazione di sistemi dinamici

- L. Ljung. *Identification: Theory for the user*, 2nd edition, Prentice-Hall, 1999.

Stima dello stato, filtraggio non lineare

- T. Soderstrom, *Discrete-time Stochastic Systems*, Springer, 2002.
- F. L. Lewis, *Optimal Estimation*, John Wiley, 1986.
- E. W. Kamen and J. K. Su, *Introduction to Optimal Estimation*, Springer, 1999.

Elementi di teoria della probabilità

- A. Papoulis. *Probability, random variables and stochastic processes*, 3rd edition, McGraw Hill, 1991.