

## Metodi error-in-variables parametrici applicati al filtraggio diretto dai dati

Il classico approccio al **filtraggio di sistemi dinamici** consiste in due fasi (Figura 1): (i) identificazione del modello  $\hat{S}$  del sistema  $S$  dai dati (ii) progettazione del filtro basato sul modello stimato  $F(\hat{S})$  per la stima dello stato del sistema (ad esempio, filtro di Kalman). Questo approccio al filtraggio basato su modello presenta due punti critici nella sua realizzazione, che ne compromettono l'efficacia pratica: (i) il modello identificato potrebbe essere diverso dal sistema reale; (ii) il filtro di Kalman necessita della taratura delle matrici di covarianza del rumore sullo stato e sull'uscita del sistema.

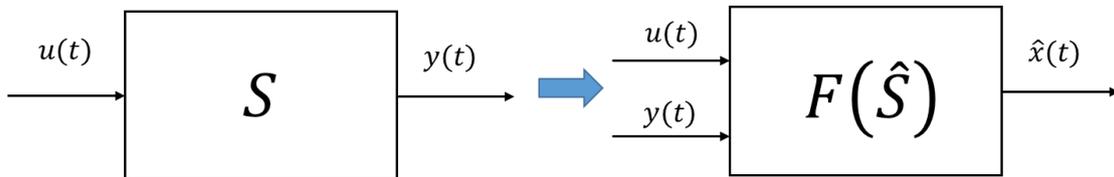


Figura 1: Problema di identificazione del modello del sistema

Un'approccio alternativo è il **Data-Driven Filtering** [1][2], in cui si vuole identificare direttamente il modello dinamico del filtro. In questo modo, si massimizzano direttamente le performance di filtraggio, evitando il tuning di parametri aggiuntivi come le matrici di covarianza nel caso di filtraggio alla Kalman. Il filtro può essere rappresentato come un sistema dinamico con 2 input (ingresso  $u(t)$  ed uscita  $y(t)$  del sistema) ed 1 output (variabile di stato  $x(t)$  che si vuole stimare, **supposta misurabile** per un intervallo di tempo).

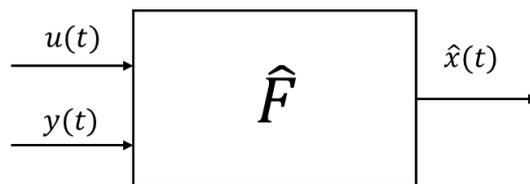


Figura 2: Problema di identificazione diretta del filtro

Una differenza sostanziale di questo problema di identificazione di modelli riguarda il fatto che sia l'input  $[u(t), y(t)]$  sia l'output del filtro  $x(t)$  sono **affetti da rumore**. In questo contesto, tecniche standard di identificazione producono **stime non corrette**. Si rende quindi necessario utilizzare **tecniche error-in-variables** per la stima corretta dei parametri del filtro diretto [3][4].

**L'obiettivo della tesi è l'implementazione ed il confronto di tecniche error-in-variables per la stima parametrica di un filtro dinamico lineare direttamente dai dati.**

Le attività previste sono:

- 1) Studio dei metodi error-in-variables per l'identificazione dei sistemi
- 2) Applicazione dei metodi error-in-variables per la stima diretta di un filtro dinamico per sistemi lineari benchmark
- 3) Confronto delle performance di filtraggio diretto con metodi error-in-variables
- 4) Confronto delle performance di filtraggio diretto con metodi tradizionali
- 5) Confronto delle performance di filtraggio con l'approccio basato su modello del sistema e successiva progettazione del filtro

È possibile avere maggiori dettagli contattando i docenti del CAL.

## **Bibliografia**

- [1] Milanese, Mario, Fredy Ruiz, and Michele Taragna. *Direct data-driven filter design for uncertain LTI systems with bounded noise*. **Automatica** 46.11 (2010): 1773-1784.
- [2] Milanese, M., et al. *Filter design from data: direct vs. two-step approaches*. **2006 American Control Conference**. IEEE, 2006.
- [3] Söderström, Torsten. *Errors-in-variables methods in system identification*. **Automatica** 43.6 (2007): 939-958.
- [4] Söderström, Torsten. *Errors-in-variables methods in system identification*. Springer, 2018.