



UNIVERSITÀ DI PISA

CONTROLLO E IDENTIFICAZIONE DEI SISTEMI INCERTI

RICCARDO COSTANZI

Academic year

2023/24

Course

INGEGNERIA ROBOTICA E
DELL'AUTOMAZIONE

Code

263II

Credits

12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
CONTROLLO DEI SISTEMI	ING-INF/04	LEZIONI	60	PAOLO SALARIS
INCERTI				
IDENTIFICAZIONE DEI SISTEMI INCERTI	ING-INF/04	LEZIONI	60	RICCARDO COSTANZI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente che completa il corso in maniera positiva avrà acquisito le seguenti conoscenze: strumenti analitici per la stima dei parametri di sistemi incerti, capacità di calcolare e ottenere modelli di sistemi dinamici basati sulla stima di parametri e sul processo di misure deterministiche e stocastiche e per la stima dello stato di un sistema dinamico stocastico, la capacità di analizzare sistemi multivariabili in presenza di classi di incertezze strutturate e non strutturate, la capacità di progettare sistemi di controllo robusti basati su prestazioni in norma, scrivere codice per l'implementazione di sistemi avanzati di identificazione e di controllo robusto.

Modalità di verifica delle conoscenze

La preparazione dello studente viene verificata in base a: la capacità di comunicare in un linguaggio appropriato per la comprensione di concetti avanzati scientifici e dell'ingegneria, la capacità di mostrare la conoscenza del materiale del corso e di rispondere in modo chiaro e formale a domande su tutto il programma, la capacità di discutere risultati scientifici dello stato dell'arte, la presentazione di un progetto/relazione dove si evincono chiaramente i risultati, il contributo individuale e l'applicazione dei concetti presentati durante il corso. I metodi di verifica consistono in un esame finale orale per ciascuno dei due moduli. La valutazione finale viene data come media delle due valutazioni.

Capacità

Lo studente deve essere in grado di usare software generico (Matlab) e specifico del materiale del corso. Lo studente deve essere in grado di presentare un progetto/relazione chiara e scientificamente solida su uno o più argomenti del corso.

Modalità di verifica delle capacità

La verifica si basa sui risultati della presentazione in maniera simile a quella che si può prevedere nel mondo del lavoro. Tale verifica viene fatta dalla commissione (tutta o in parte).

Comportamenti

Lo studente saprà pianificare, eseguire, analizzare i dati e discutere criticamente i risultati relativamente all'identificazione e alla stima di un sistema e/o di un processo dinamico.

Lo studente saprà analizzare e progettare tecnicamente un sistema di controllo in presenza di incertezze sul sistema o sul processo da controllare

Modalità di verifica dei comportamenti

La verifica è effettuata attraverso la discussione di casi di studio durante le lezioni e in sede di esame.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Lo studente deve aver completato i prerequisiti formali presenti nel piano di studi. Lo studente deve avere altresì la conoscenza completa delle basi teoriche dei sistemi di controllo, di processi stocastici e teoria della probabilità e dei concetti fondamentali dell'automazione.

Indicazioni metodologiche

Il materiale viene fornito mediante attività frontale. Metodi di acquisizione del materiale sono:



UNIVERSITÀ DI PISA

- frequenza alle lezioni
- uso di slides e materiale fornito dai docenti
- studio del materiale indicato nei libri di testo
- preparazione di un progetto/relazione
- discussioni attive in aula
- studio individuale e di gruppo

La frequenza non è obbligatoria ma caldamente suggerita.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Identificazione non parametrica; teoria della stima statica (Bayesiana e non Bayesiana - MMSE e BLUE); stima dinamica (filtro di Kalman); stima dinamica nel caso di modelli non lineari (Kalman Filter esteso, unscented, filtro a particelle); richiami sul concetto di feedback, richiami su sistema ben posto, stabilità interna, guadagni e direzioni principali per la definizione di performance; tecnica di progetto loop shaping per SISO e MIMO, limitazioni della tecnica di loop shaping per sistemi MIMO; limitazioni nel progetto di controllo in feedback; tecniche di controllo H₂ e H_{inf}; definizione di norme di segnali e di sistemi; teorema del piccolo guadagno; bounded real lemma; Classificazione delle incertezze, robustezza e suoi teoremi; sintesi in frequenza robusta, margini di stabilità MIMO; valore singolare strutturato; controllo LQG/LTR, HINF e MU analisi e sintesi. Linear Matrix Inequalities e Equazioni algebriche di Riccati per la sintesi H_{inf};

Bibliografia e materiale didattico

I testi raccomandati per il modulo di "Identificazione dei sistemi incerti" sono:

- L. Ljung: "System Identification: theory for the user", Prentice-Hall, 1987
- Bar-Shalom, Y., Li, X. R., & Kirubarajan, T. (2004). *Estimation with applications to tracking and navigation: theory algorithms and software*. John Wiley & Sons.

I testi raccomandati per il modulo di "Controllo dei sistemi incerti" sono:

- Skogestad, S., and Postlethwaite, I. (2005). *Multivariable feedback control: Analysis and Design*. Hoboken, US-NJ: John Wiley.
- Gu, D. W., Petkov, P., and Konstantinov, M. M. (2005). *Robust control design with MATLAB®*. Springer Science & Business Media.

Indicazioni per non frequentanti

Studenti non frequentanti hanno gli stessi requisiti.

Modalità d'esame

L'esame finale è orale ed ha due parti una per ciascun modulo. L'esame è sostenuto in aula ed il risultato positivo di ciascun modulo è valido per una sessione aggiuntiva di esame.

L'esame orale (per ciascun modulo) consiste nella presentazione e discussione del progetto/relazione ai docenti e/o collaboratori esperti, seguito da una serie di domande orali da rispondere a voce oppure su carta e/o lavagna su gli argomenti del corso.

L'esame viene considerato positivo se lo studente ha mostrato la capacità di presentazione in modo scientificamente solido, se ha discusso positivamente gli argomenti del progetto ed ha risposto positivamente alle domande orali. Parte del giudizio riguarda anche la capacità dello studente di comunicare e mantenere una conversazione di alto livello scientifico e tecnico richiesto per la comprensione da parte di una platea tecnica (nazionale ed internazionale). Il progetto è un requisito del corso.

Altri riferimenti web

[MS Teams](#)

Ultimo aggiornamento 26/09/2023 17:14