UNIVERSITÀ DI PISA

CONTROLLO DEI PROCESSI

ALBERTO LANDI

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA ROBOTICA E DELL'AUTOMAZIONE
Code	713II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
CONTROLLO DEI PROCESSI TECNOLOGICI	ING-INF/04	LEZIONI	60	ALBERTO LANDI
SENSORI PER LA ROBOTICA E L'AUTOMAZIONE	ING-INF/04	LEZIONI	60	MATTEO BIANCHI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso si suddivide in due moduli tra loro complementari.
Nel primo modulo (Controllo dei processi tecnologici) l'insegnamento è volto a fornire le conoscenze di base per

- poter comprendere il funzionamento dei processi in presenza di nonlinearità
- poter dimensionare controllori avanzati di processo
- poter affrontare l'analisi e la sintesi di sistemi di controllo per processi complessi con più ingressi e più uscite (MIMO)
- poter applicare la teoria studiata ad esempi di interesse ingegneristico, quali il controllo applicato agli azionamenti di motori elettrici

Nel secondo modulo (Sensori per la Robotica e l'Automazione) l'insegnamento è volto a fornire le conoscenze di base per

- poter comprendere le caratteristiche, il funzionamento e l'utilizzo dei principali tipi di sensore per la robotica e l'automazione
- poter padroneggiare le conoscenze di base riguardo l'architettura e il funzionamento dei controllori digitali programmabili
- poter utilizzare tecniche di sensorizzazione avanzate per applicazioni e il controllo di sistemi nella robotica autonoma e *collaborativa*
- poter comprendere l'architettura di sistemi per la restituzione dell'informazione acquisita dal robot all'uomo, in particolare quella legata al senso del tatto, in applicazioni di interazione uomo-robot avanzata e tele-operazione, con un'attenzione particolare alla stabilità del sistema dinamico in oggetto

Modalità di verifica delle conoscenze

Lo studente deve mostrare di aver avere assimilato e capito i principali concetti presentati durante il corso, in un colloquio orale su entrambi i moduli e/o con lo sviluppo di un progetto specifico non obbligatorio

Capacità

Lo studente al termine dell'insegnamento dovrà conoscere e saper applicare:
nel modulo di Controllo dei processi tecnologici

- essere capace di scegliere e dimensionare un controllore di processo per sistemi MIMO che comprendano anche nonlinearità statiche
- essere capace di scegliere gli ingressi di controllo più opportuni per processi MIMO
- poter scegliere i motori elettrici più opportuni per applicazioni specifiche nel controllo del moto

nel modulo di Sensori per la robotica e l'automazione

- l'utilizzo e l'integrazione in sistemi di controllo delle principali tipologie di sensori per la robotica e l'automazione e di tecniche di sensorizzazione avanzata per la robotica autonoma e collaborativa
- l'architettura e i principali elementi dei controllori digitali programmabili

- l'architettura e il controllo di interfacce uomo-robot per lo scambio di informazione e per garantire la stabilità dei sistemi dinamici in oggetto

Modalità di verifica delle capacità
Sono proposti allo studente, in occasione della prova orale finale, esercizi che richiedono soluzione analitica su tutte le capacità oggetto del corso.

Comportamenti
L'allievo al termine del corso dovrà essere in grado di analizzare criticamente le specifiche richieste
a un sistema complesso di modellazione e controllo per applicazioni di automazione industriale
L'allievo al termine del corso dovrà essere in grado di analizzare criticamente le specifiche richieste
a un sistema complesso di modellazione, controllo e sensorizzazione (incluso lo scambio di informazione uomo-robot) per applicazioni di automazione industriale e robotica avanzata.

Modalità di verifica dei comportamenti
La verifica dei comportamenti avviene attraverso discussione durante l'esame orale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze di base di controlli automatici, di fisica e di analisi matematica

Indicazioni metodologiche
Lezioni ed esercitazioni frontali in aula, anche con uso di presentazioni in Power Point. Le attività di apprendimento avvengono seguendo le lezioni, partecipando alle discussioni in aula e studiando.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Controllo dei Processi Tecnologici:

- Controllori PID e autosintonia
- Teoria della funzione descrittiva e teoria di Tsypkin per lo studio delle oscillazioni permanenti
- Criteri di stabilità assoluta per sistemi non lineari: criterio del cerchio e di Popov
- Teoria IMC
- Teoria dello Sliding mode
- Controllori per sistemi MIMO
- Controllori BLT
- Tecniche di pairing ingresso-uscita
- Controllori stabilizzanti e parametrizzazione di Youla-Kucera
- Controllo in cascata, con applicazioni nei casi scalari e vettoriali di motori elettrici

Sensori per la Robotica e l'Automazione:

- Principali tipologie di sensori per la robotica e l'automazione: caratteristiche, architettura e utilizzo
- Architettura dei programmatori logici programmabili
- Derivazione di tecniche avanzate per la sensoristica di robot autonomi e collaboratici
- Architettura e controllo di interfacce uomo-robot in applicazioni di robotica collaborativa e tele-operazione, con particolare attenzione all'analisi e alle tecniche di stabilizzazione del sistema dinamico in oggetto

Bibliografia e materiale didattico
Appunti dettagliati delle lezioni e registrazioni delle lezioni (resi disponibili a tutti gli iscritti al corso dal docente su Google Drive)
Testi per consultazione:
J,M. Maciejowski Multivariable Feedback Design, Addison Wesley, 1989
Magnani, Ferretti, Rocco: Tecnologie dei Sistemi di Controllo, Mac Graw Hill Education, 2007.

Indicazioni per non frequentanti
In caso di difficoltà nell'apprendimento contattare il docente. In particolare verrà prevista anche una modalità di ricevimento a distanza su canale Teams per agevolare le persone fuori sede

Modalità d'esame
Esercizi da svolgere all'orale. Eventuale progetto di approfondimento
Il candidato avrà la possibilità di sostenere i due moduli, quello del Prof. Landi e quello del Prof. Bianchi, in due appelli diversi della stessa sessione estiva. Al momento dell'iscrizione all'esame, il candidato dovrà specificare quale dei due moduli intende sostenere. Resta ferma la possibilità per il candidato di poter sostenere entrambi i moduli contemporaneamente. L'esame orale prevederà un prima fase breve, con

domande sugli argomenti chiave del modulo/corso. A valle di questa fase il candidato sarà informato sul range di voto, nella fattispecie sul massimo possibile raggiungibile in caso di un giudizio positivo sulla seconda fase, e deciderà se procedere con essa. Durante la seconda fase, verranno presentati al candidato quesiti su vari argomenti del modulo/corso, con la possibilità di svolgere e discutere esercizi. Una volta sostenuti entrambi i moduli, la commissione proporrà un voto finale per l'intero esame.

Altri riferimenti web

Registri delle lezioni (pagine web di Ateneo)
https://unimap.unipi.it/registri/registri.php?ri=007749&tmplt=principale.tpl&aa=2021
https://unimap.unipi.it/registri/registri.php?ri=012845&tmplt=principale.tpl&aa=2021

Ultimo aggiornamento 03/08/2022 11:05