UNIVERSITÀ DI PISA

LABORATORIO DI MECCANICA E MECCATRONICA

CARLO ALBERTO AVIZZANO

Academic year	2021/22
Course	INGEGNERIA ROBOTICA E DELL'AUTOMAZIONE
Code	275II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
LABORATORIO DI MECCANICA E MECCATRONICA	ING-IND/13	LABORATORI	60	CARLO ALBERTO AVIZZANO ALESSANDRO FILIPPESCHI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso offre conoscenze di microcontrollori per il controllo di robot, di dispositivi di acquisizione dati e di driving dei motori, affrontando il problema del controllo con due soluzioni tipo (DC motor e STEP motor). Nella seconda parte del corso verranno affrontate tematiche inerenti sensori avanzati di percezione e computer vision. Verranno sviluppati i seguenti percorsi: elementi di meccanica e meccatronica orientate a conoscere i principali dispositivi di acquisizione dati e controllo motori; configurazione e sviluppo codice su microcontrollori per il controllo di sistemi complessi. Acquisizione di immagini ed elementi di geometria proiettiva per l'analisi delle immagini.
Il corso affronta le parti di modellazione, sviluppo controllo, e configurazione dispositivi utilizzando la toolchain Matlab/Simulink e ambienti di sviluppo di tipo Open (eclipse, stmcubeide). Le piattaforme sono disponibili su Windows/Linux/OSX. Mentre la parte di computer vision verrà sviluppata tramite librerie OpenCV e ambienti di sviluppo basato su Python.
Il corso parte dalla modellazione fisica di sistemi tramite l'uso del toolbox Matlab/Simulink per poi embeddare sistemi e controllori su piattaforme target di tipo STM32. Per affrontare la parte di modellazione risulta utile una buona conoscenza di matlab simulink, nozioni più approfondite per la configurazione e l'analisi verranno invece offerte a inizio corso. La programmazione embedded avverrà invece in codice C/C++

Modalità di verifica delle conoscenze

La verifica delle conoscenze avviene in un unico colloquio in cui il candidato dovrà dimostrare le proprie competenze di laboratorio (pratiche) e teoriche. L'esame avrà pertanto due fasi consistenti nella produzione di un elaborato al calcolatore in cui viene richiesto di dimostrare le proprie capacità di design, analisi, programmazione, ottimizzazione e/o modellazione, e una verifica orale in cui il candidato deve rispondere ad argomenti teorici trattati a lezione.
Facoltativamente il candidato può chiedere di sostituire la prima parte di verifica con un progetto indipendente da condurre in autonomia nelle settimane precedenti l'appello. In tal caso la verifica delle capacità di laboratorio avverrà tramite dimostrazione dei risultati ottenuti e discussione di una breve relazione progettuale.

Capacità

Ci si aspetta che al termine corso lo studente acquisisca le seguenti capacità:
Modellazione di sistemi meccanici/elettronici/motorizzati semplici e risoluzioni integrata di problemi di ottimizzazione multifisica;
Implementazione in Matlab/Simulink e Microcontrollore di processi di controllo per sistemi meccatronici;
Buon uso delle potenzialità simulink per eseguire Physical Based Modeling e relativo sviluppo di codice;
Conoscenza interna della architettura dei microcontrollori ARM e delle informazioni necessarie per implementare un codice di controllo e comunicazione di tipo embedded
Buona conoscenza dei tipi di motori, driver e delle periferiche necessarie per il controllo

Modalità di verifica delle capacità

Vedasi verifica delle conoscenze. La verifica viene fatta in maniera integrata

Comportamenti

Lo studente apprenderà nelle lezioni pratiche le metodologie ed i percorsi di sviluppo SAFE per l'analisi ed il test dei primi sistemi di controllo e

la diagnostica dei fault.
Verranno esaminati i seguenti tipi di fault:
Elettrici (analisi delle tensioni e polarità), Elettronici (analisi dei segnali di driving), di Comunicazione periferiche (logic analyzer e analisi di basso livello dei protocolli), comunicazione centrale (comunicazione seriale ed interfacciamento tra sistemi), di prestazione in tempo reale (diagnostica e debug tramite toolchain di sviluppo) e di anelli di controllo base (visualizzazione delle risposte e confronto con i modelli, analisi delle risposte ad anello aperto e progettazione di condizioni di test semplificati)

Modalità di verifica dei comportamenti
Non previsto

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Risultano utili conoscenze pregresse di:
Fondamenti di automatica
Uso di Matlab Simulink
Conoscenza di linguaggi di programmazione

Indicazioni metodologiche
Nel corso del periodo COVID le lezioni avverranno in teledidattica
La parte sperimentale sarà trasmessa in streaming
Qualora fosse possibile si cercherà di mettere in opera un sistema embedded di test per gli studenti

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Introduction to Mechatronics systems
Mechatronics in Industrial Automation
Components of Mechatronic system

PART I: Mechanics and Physical Modeling
Introduction to Mechanics
System Modelling and equivalences
Mechanisms and reduced equations for constrained motions

PART II: Motors & Actuation
Electric actuation principles
Operation of PM-DC motor
Motor drivers
Introduction to step motors
Notes on AC Motors
Notes on BLDC and Induction motors

PART III: Simulation and Controller implementation
Matlab USE for Physical Based Modelling
Batch simulation and optimization
Realization and Digital Filter implementation
Finite state machines

PART IV: Analog Electronics
Electronic realization
The operational amplifier
Relevant configurations
Basic active filters
The instrumentation amplifier
Other relevant circuits

PART V: Sensing & Communication
Sensors and Transducers
Communication interfaces

PART VI: Digital Controllers
Basic review of digital electronic for uC
Introduction to Microcontrollers
Microcontroller peripherals
STM32 Primer
Getting started with the Nucleo F7 board Compiling and startup

Bibliografia e materiale didattico

1. Norman, Birkofer, Maschinenelemente und Mechatronik I, 2002, McGraw Hill
2. Irwin, Wilamowski, Control and Mechatronics, CRC Press, 2011
3. Moudgalya, Digital Control, John Wiley, 2007
4. Corsini, Frosini, Architettura dei sistemi a microprocessore, SSGRR, 1991
5. Axelson, Serial Port complete, Lakeview Research LLC, 2007
6. Siciliano, Sciavicco, Villani, Oriolo, Robotics, McGraw-Hill, 2007
7. Irwin Wilamowski Eds, Fundamentals of Industrial Electronics, CRC PRess, 20111
8. David & Histand, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, McGraw Hill, 4th 2012
9. McGill, King, An Introduction to Dynamics, 4th Ed, Tichenor Publishing, 2003
10. ST Microelectronics Documentation, st.com
11. Texas Instrument Documentation, ti.com
12. Irwin Wilamowski Eds, Industrial Communication Systems, 2011, CRC Press “Mechatronics by bond graphs”, Springer Verlag 2003, ISBN 3-540-42375-3

Indicazioni per non frequentanti

Il corso di laboratorio offre buona parte delle conoscenze tramite un approccio non teorico ma di problem solving che viene effettuato durante le lezioni interattive. Risulta difficile apprendere tali conoscenze solo da lezioni registrate quando queste non siano interattive e non diano possibilità allo studente di interagire con il docente per comprendere dove si sia bloccata la fase di implementazione/sviluppo/modellazione/ottimizzazione.
Qualora possibile si suggerisce di seguire in streaming le lezioni sulla piattaforma ed interagire con il docente durante e/o a fine lezione.

Modalità d'esame

Vedasi verifica delle conoscenze

Ultimo aggiornamento 05/11/2021 12:05