

## COURSE SYLLABUS

### Robotics and Automation

2122-3-E3101Q114

---

#### Obiettivi

Questo insegnamento ha lo scopo di fornire una introduzione alla robotica ed alla automatica. Di robotica si affronteranno sia la robotica industriale che la robotica mobile. Per l'automatica si affronteranno sia la teoria dei sistemi che il controllo lineare.

#### Contenuti sintetici

- Robotica
  - Roto-traslazioni;
  - Manipolatori industriali
  - Basi mobili
  - Rassegna di sensori
- Automatica
  - Introduzione ai Sistemi Dinamici (tempo continuo)
  - Teoria del Controllo Lineare (tempo continuo)
  - Progetto di un controllo retroazionato per Motori a corrente continua

#### Programma esteso

- Robotica
  - rassegna di applicazioni della robotica
  - rappresentazione delle rotazioni in coordinate cartesiane;
  - rappresentazione delle traslazioni in coordinate cartesiane;
  - rappresentazione delle roto-traslazioni in coordinate omogenee;
  - introduzione alla cinematica dei manipolatori industriali;
  - modellazione con convenzioni di Denavit - Hartenberg delle catene cinematiche aperte;
  - interpolazione di traiettoria con profili trapezoidali di velocità per manipolatori con controllo

- indipendente ai giunti;
- rassegna di cinematiche di basi mobili;
- tassonomie di sensori;
- sensori di distanza: misura di distanza a triangolazione (diodo emettitore - rivelatore, luce strutturata semplice e con pattern pseudo-casuale, stereo camere, etc.);
- misura di distanza: misura di distanza a tempo di volo (ultrasuoni, laser range finder, laser scanner ad 1 e più piani di scansione, scansione meccanica, mems micro-mirrors, phased arrays, flash lidars, etc.);
- misura di prossimità (induzione, condensatori, effetto Hall, fotocellule, etc.);
- programmazione dei robot;
- Automatica
  - Introduzione ai Sistemi Dinamici (tempo continuo)
    - Definizioni (movimento, traiettoria, stati di equilibrio, stabilità)
    - Criteri di Stabilità, Controllabilità, Osservabilità
    - Funzioni di Trasferimento, Trasformata di Laplace
    - Risposta in frequenza (Diagrammi di Bode)
    - Sistemi Risonanti
  - Teoria del Controllo Lineare (tempo continuo)
    - Introduzione alla Teoria del Controllo - Architetture di Controllo
    - Sistemi di Controllo lineari tempo-invarianti
    - Sistemi retroazionati (stabilità, performance)
    - Diagramma di Nyquist - Stabilità Robusta
    - Progettazione di un controllo retroazionato - Tecnica dell'Assegnazione dei Poli
  - Progetto di un controllo retroazionato per Motori a corrente continua
    - Modello Motore DC (Leggi di Lorentz e Faraday-Henry)
    - Controllo lineare retroazionato di un Motore DC

## Prerequisiti

## Modalità didattica

Le attività didattiche saranno svolte in lingua italiana

Le attività didattiche includeranno:

- lezioni interattive e di svolgimento di esercizi;
- incontri interattivi sulla attività programmatica di laboratorio (matlab).

## Materiale didattico

- Libri di testo
  - P. Bolzern, R. Scatolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di Controlli Automatici", 2 Ed., McGraw-Hill, 2004;
  - testo complementare: R. C. Dorf, R. H. Bishop, "Controlli Automatici", Prentice Hall;
  - testo sui motori DC: G. Ferretti, G. Magnani, "Modellistica e controllo dei servomeccanismi di posizione con motori a magneti permanenti", Pitagora Editrice, Bologna, 2002;
  - Siciliano, B., Sciacivco, L., Villani, L., Oriolo, G., "Robotics: Modelling, Planning and Control", Advanced Textbooks in Control and Signal Processing, Springer, 2009;
  - (out of print) K. S. Fu, R. C. Gonzalez, C. S. G. Lee, "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence", McGraw-Hill, 1987;
  - J. J. Craig, "Introduction to Robotics, Mechanics and Control", 3rd ed, Pearson Ed. Int., 2005

- R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza, "Introduction to Autonomous Mobile Robots", 2nd ed., MIT Press, 2011
- Altro materiale
  - Ulteriore materiale, disponibile sulla piattaforma elearning

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

Il voto è la media aritmetica tra i voti ottenuti in Robotica ed in Automazione.

- voto di Robotica
  - saranno valutati 3 programmi matlab, sviluppati di solito durante il periodo di erogazione dell'insegnamento (si è verificato pochissime volte che venga richiesto di sostenere questa parte di esame fuori dal periodo di erogazione dell'insegnamento, ma su richiesta è possibile organizzarsi in tal modo) sui seguenti temi:
    - Roto-traslazioni di un corpo rigido nel piano;
    - Roto-traslazioni di corpi rigidi nello spazio;
    - Convenzioni di Denavit - Hartenberg;
  - saranno valutate le risposte scritte (scritto a fine erogazione dell'insegnamento) sugli argomenti non oggetto dei programmi matlab:
    - cinematica diretta ed inversa di bracci manipolatori;
    - controllo del movimento di un manipolatore: infrastruttura tecnologica (motori, trasmissione, driver di potenza, etc.) ed interpolazione di traiettoria mediante profili trapezoidali di velocità;
    - sensoristica, principalmente sensoristica di misura della distanza;
  - sarà valutata la risposta ad una domanda sulla programmazione dei robot;
- voto di Automazione
  - sviluppo di un programma simulink / matlab assegnato dal docente; si richiede di completare questo sviluppo entro un mese dall'assegnamento, altrimenti verrà ri-assegnato un altro programma;

A meno di improbabili cambiamenti, i pesi con cui saranno valutate le varie parti sono i seguenti:

$$\text{voto} = 0.5 * \text{voto\_parte\_robotica} + 0.5 * \text{voto\_parte\_automazione}$$

voto\_parte\_automazione

attribuito tutto insieme sulla valutazione del progettino,

voto\_parte\_robotica

è la media pesata delle valutazioni delle varie parti, con i seguenti pesi:

controllo del movimento di un manipolatore (domanda in scritto finale)	. 0.10
sensoristica (domanda in scritto finale)	..... 0.15
programmazione dei robot (domanda orale)	..... 0.10
lab1 rototraslazioni 2D (prima consegna mlab)	..... 0.15
differenze tra i 2 modi di uso di patch3D (consegna pdf)	..... 0.05
lab2 rototraslazioni 3D (seconda consegna mlab)	..... 0.15
lab3 convenzioni DH (terza consegna mlab)	..... 0.15
cinematica diretta ed inversa (domanda in scritto finale)	..... 0.15

## Orario di ricevimento

Inviare email per concordare un appuntamento

---