



UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA ELETTRONICA E
INFORMATICA

Corso di laurea magistrale in Automation Engineering and
Control of Complex Systems

Anno accademico 2020/2021 - 2° anno

ROBOTICS

ING-INF/04 - 9 CFU - 2° semestre

Docenti titolari dell'insegnamento

GIOVANNI MUSCATO

Email: gmuscato@dieei.unict.it

Edificio / Indirizzo: Edificio 3 - Città Universitaria

Telefono: 095-7382321

Orario ricevimento: <http://www.dieei.unict.it/docenti/giovanni.muscato>

DARIO CALOGERO GUASTELLA

OBIETTIVI FORMATIVI

Conoscenza e capacità di comprensione

Il corso mira alla conoscenza del funzionamento di sistemi robotici in generale.

In particolare l'attenzione è rivolta sia ai manipolatori robotici che ai robot mobili per applicazioni industriali e di servizio.

Cinematica, Cinematica differenziale, Dinamica, Controllo e Programmazione di Robot Industriali.
Cinematica, Calcolo di traiettorie, localizzazione e navigazione di robot mobili.

Conoscenze e capacità di comprensione applicate

Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di analizzare un sistema robotico e di progettare il sistema di controllo.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il corso è svolto mediante lezioni frontali attraverso l'uso di slide disponibili su Ila piattaforma Studium.

Il corso comprende anche una serie di esercitazioni al calcolatore per la simulazione di robot e in laboratorio per lo sviluppo di esperienze pratiche di controllo e programmazione di sistemi robotici.

Qualora l'insegnamento venisse impartito in modalità mista o a distanza potranno essere introdotte le necessarie variazioni rispetto a quanto dichiarato in precedenza, al fine di rispettare il programma previsto e riportato nel syllabus.

PREREQUISITI RICHIESTI

Conoscenze di base di Controlli Automatici, Misure Elettroniche, Elettronica, Fondamenti di Informatica.

FREQUENZA LEZIONI

La frequenza non è richiesta, seppure fortemente consigliata, per sostenere la prova di esame.

La frequenza è indispensabile per lo svolgimento delle esercitazioni di laboratorio.

CONTENUTI DEL CORSO

Introduzione: Sviluppi storici, Classificazione dei robot, Componenti di un robot. Applicazioni e Mercato della robotica. Cinematica e dinamica: Trasformazione cinematica diretta, Matrici di rotazione, Rappresentazione di Denavit-Hartenberg, Equazioni cinematiche dei manipolatori, Trasformazione cinematica inversa, Cinematica differenziale, Matrice Jacobiana, Statica, Rigidità e Cedevolezza, Ellissoidi di manipolabilità. Analisi della ridondanza. Equazioni della dinamica del Braccio di un Robot. Calcolo delle traiettorie di un manipolatore: Pianificazione della traiettoria, Traiettorie nello spazio dei giunti e nello spazio operativo. Controllo: Controllo in catena chiusa di un servomeccanismo di posizione, Regolatore P.I.D., Controllo decentralizzato; Controllo centralizzato, Controllo robusto, controllo adattativo. Controllo nello spazio operativo. Controllo dell'interazione, Controllo di forza, Controllo ibrido. Sensori e attuatori per la robotica: Sistemi di attuazione dei giunti, Azionamenti elettrici, idraulici e pneumatici, Sensori propriocettivi, Sensori esteroceettivi. Visione per la robotica: Acquisizione delle immagini, Geometria dell'immagine, Relazioni di base tra i pixel, Preelaborazione, Segmentazione, Descrizione, Riconoscimento, Interpretazione. Controllo visuale di un robot. Service robot: Definizione di service robot, Applicazioni di Service robot. I robot mobili. Navigazione di un robot mobile, Dead Reckoning, Odometria, Map-Building, Map-Matching. Controllo di traiettorie di robot mobili. Robot non-olonomi. Esempi di Service robot. Laboratorio di robotica: Esperienze di programmazione e controllo di robot manipolatori e mobili.

TESTI DI RIFERIMENTO

- [1] B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, "Robotica", Mc Graw-Hill Italia
- [2] B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, "Robotics", Springer
- [3] R. Siegwart, I. Nourbakhsh, "Introduction to Autonomous Mobile Robots", MIT Press

[4] Dispense del corso su Studium

ALTRO MATERIALE DIDATTICO

Il materiale didattico, le slide delle lezioni ed alcune dispense sono disponibili sul sito STUDIUM.

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti test
1 Introduction. Applications of robots. (2 hours)	[1]
2 Direct kinematics (4 hours)	[2]
3 Inverse kinematics (3 hours)	[2]
4 Differential kinematics. Jacobian. (2 hours)	[2]
5 Differential kinematics: singularities, redundancy (2 hours)	[2]
6 Differential kinematics: Inverse differential kinematics, Analytical Jacobian (3 hours)	[2]
7 Orientation errors (3 hours)	[2]
8 Statics Manipulability Ellipsoid,(2 hours)	[2]
9 Trajectory planning and Dynamics (2 hours)	[2]
10 Decentralised control (2 hours)	[2]
11 PD control with gravity compensation (2 hours)	[2]
12 Control with feedback linearization (2 hours)	[2]
13 Introduction to mobile robots (4 hours)	[3]
14 Mobile robots localization (2 hours)	[3]
15 Mobile robots mapping (2 hours)	[3]
16 Markov localization Kalman filter localization (2 hours)	[3]
17 Quadrotor modelling and control (3 hours)	[4]
18 Underwater robots (1 hour)	[4]
19 Inertial Measurement Units (1 hour)	[4]
20 Satellite Localization Systems., GNSS, DGPS, Galileo (2 hours)	[4]
21 Mobile robots Control (3 hours)	[3]
22 MATLAB Robotics toolbox, kinematics, control and simulation of manipulators and mobile robots (9 hours)	[4]
23 KUKA and AUBO manipulator programming (2 hours)	[4]
24 Mobile robots laboratory exercise. Examples of robots, Agriculture, climbing volcanoes, demining (10 hours)	[4]
25 Robotic sensors overview and exercise (5 hours)	[4]

26 Quadrotor laboratory exercise (2 hours) [4]

27 ROS programming (2 hours) [4]

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

The exam consists in the presentation of the laboratory experiments performed, in a report and in an oral dissertation.

Learning assessment may also be carried out on line, should the conditions require it.

ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

Differential kinematics. Jacobian computation. Statics. Redundant manipulators. Kalman filter. Markov localization. Decentralised control.
