

Robotica I (5 CFU)

Docente: Ing. Marco Gabiccini

Numero totale di ore di lezione (L): **35**
Numero totale di ore di esercitazione (E): **15**
Numero totale di ore di laboratorio (L): **0**

Obiettivi:

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni fondamentali e gli strumenti necessari per l'analisi, la modellazione e la progettazione funzionale di sistemi robotici, intesi nella loro più ampia accezione: sistemi meccanici dotati di capacità sensoriali e di intervento sull'ambiente, con caratteristiche di elevata autonomia e di facile interazione con l'uomo.

Al termine del corso lo studente sarà posto in grado di:

- conoscere le tipologie e le applicazioni dei sistemi robotici usati nell'industria ed in altri settori dell'economia e dei servizi;
- sapere definire i modelli geometrici, cinematici e dinamici dei sistemi meccanici utilizzati in robotica;
- saper effettuare la progettazione funzionale di tali sistemi meccanici.

Programma di massima:

1. INTRODUZIONE (L4; E0): Modalità del corso; Automazione industriale e robotica; Origini, impieghi e prospettive della robotica; Classificazione dei robot industriali: bracci articolati, veicoli autonomi; Contenuti del corso.

2. GEOMETRIA E DUALITÀ CINETO-STATICA (L15; E5): Descrizione delle posizioni e delle orientazioni dei corpi rigidi; Matrici di rotazione e coordinate omogenee; Notazione di Denavit-Hartenberg; Cinematica diretta e inversa dei manipolatori; Matrici Jacobiane e singolarità cinematiche; Metodi iterativi per la soluzione del problema cinematico inverso; Trasformazioni di sistemi di forze; Dualità cineto-statica; Indici di destrezza.

3. DINAMICA (L10, E6): Dinamica del corpo rigido; Equazioni e metodo di Eulero-Lagrange; Energia cinetica e potenziale di un manipolatore; Formulazione ricorsiva di Newton-Eulero (cenni); Confronto tra gli algoritmi per la dinamica dei robot: metodi simbolici e numerici; Simulazione del moto di un manipolatore; Dinamica del manipolatore nel proprio spazio operativo; Proprietà della dinamica dei sistemi meccanici classici; Linearità nei parametri dinamici.

4. SISTEMI CON VINCOLI (L6, E4): Vincoli cinematici. Vincoli olonomi e anolonomi; Sistemi articolati cooperanti. Forze interne ed equilibrio; Elasticità dei vincoli; Robot paralleli; Veicoli anolonomi; Indici di destrezza per sistemi vincolati; Dinamica dei sistemi vincolati.

Testi di riferimento:

1. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, "Robotica – Modellistica, Pianificazione e Controllo", McGraw-Hill, Terza Edizione, 2008.
2. R. M. Murray, Z. Li, S. S. Sastry, "A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation", CRC Press, 1994.
3. M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control", J. Wiley & Sons, 2006.
4. J. Angeles, "Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: theory, methods and algorithms", Springer, Second Edition, 2003.
5. L. W. Tsai, "Robot Analysis – The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators", J. Wiley & Sons, 1999.
6. A. A. Shabana, "Dynamics of Multibody Systems", Cambridge University Press, Third Edition, 2005.

Modalità di svolgimento delle lezioni e degli esami:

Le lezioni sono tenute prevalentemente proiettando trasparenti, che sono resi disponibili in rete agli studenti sulla homepage del docente all'indirizzo [<http://www2.ing.unipi.it/~a011181/robotica.html>].

Il corso si avvale per le esercitazioni di:

- pacchetti software commerciali per la simulazione di sistemi robotici in ambiente MATLAB (disponibile presso le strutture di facoltà);
 - pacchetti software per la simulazione di sistemi robotici sviluppati dal docente e dagli studenti in ambiente Mathematica.
- L'esame può essere sostenuto in due differenti modalità. (i) Nella prima modalità gli studenti scelgono di svolgere un progetto e di impiegarlo come paradigma per applicare le nozioni apprese su modellazione geometrica, cinematica e dinamica. In questa modalità l'esame finale consiste nella discussione del progetto svolto ed in particolare nella revisione della relazione finale prodotta e dei codici implementati per le necessarie simulazioni. La qualità dei progetti svolti dai candidati, il loro livello di difficoltà e l'autonomia di lavoro è valutata ai fini della composizione del voto finale.
- (ii) Nella seconda modalità gli studenti svolgono un tema d'esame scritto sostitutivo dell'orale, articolato in uno o più esercizi (da risolvere autonomamente e senza l'ausilio di appunti o libri) ed in una o più domande aperte su argomenti di teoria svolti a lezione.