



ANNO ACCADEMICO: 2016-17			
MODULO: Robotica (Modulo 1 dell'insegnamento integrato di Controlli Automatici)			
TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: Caratterizzante			
DOCENTE: Fabrizio Caccavale			
e-mail: fabrizio.caccavale@unibas.it		sito web: <a href="http://www2.unibas.it/caccavale/">http://www2.unibas.it/caccavale/</a>	
telefono: 0971-205198		cell. di servizio (facoltativo):	
Lingua di insegnamento: Italiano			
n. CFU: 6 (4,5 lezione, 1,5 esercitazione)	n. ore: 54 (36 lezione, 18 esercitazione)	Sede: Potenza Dipartimento/Scuola: Scuola di Ingegneria CdS: Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica e delle Tecnologie dell'Informazione	Semestre: I

#### OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO

L'obiettivo principale del corso consiste nel fornire agli studenti gli elementi essenziali per la modellazione e l'analisi di manipolatori robotici, con particolare riferimento ai manipolatori utilizzati in ambito industriale.

Le principali conoscenze fornite saranno:

- o caratteristiche fondamentali dei sistemi robotici e del loro equipaggiamento (sensori, attuatori, unità di governo);
- o elementi di base di cinematica del corpo rigido;
- o conoscenze relative alla cinematica e alla statica dei manipolatori robotici a catena cinematica aperta;
- o conoscenze relative alla pianificazione del compito di manipolatori robotici;
- o conoscenze di base per affrontare la modellazione dinamica dei manipolatori robotici.

Le principali abilità (ossia la capacità di applicare le conoscenze acquisite) saranno:

- o identificare correttamente la tipologia e il campo di impiego di un sistema robotico;
- o identificare e valutare gli elementi fondamentali di un sistema robotico;
- o capacità di modellare correttamente la cinematica di un manipolatore robotico;
- o capacità di pianificare il compito di un manipolatore robotico in termini di moto assegnato;
- o capacità di valutare le prestazioni fondamentali di un manipolatore robotico.

#### PREREQUISITI

È consigliabile avere acquisito e assimilato le seguenti conoscenze e metodologie fornite dagli insegnamenti di matematica e fisica di base, nonché dai corsi di "Elettrotecnica", "Segnali e sistemi" ed "Elettronica":

- o conoscenza di algebra lineare (vettori e matrici) e di fondamenti del calcolo differenziale in più variabili;
- o conoscenze dei concetti fondamentali di cinematica e dinamica del corpo rigido;
- o metodologie fondamentali di analisi dei circuiti e dei sistemi dinamici e di elaborazione di segnali;
- o capacità di realizzare algoritmi di calcolo in linguaggi procedurali.

#### CONTENUTI DEL CORSO

**Introduzione alla robotica (4 ore di lezione):** elementi caratterizzanti di un robot industriale; strutture di manipolazione; tipologie fondamentali di manipolatori.

**Cinematica dei manipolatori a catena aperta (12 ore di lezione, 8 ore di esercitazione):** matrici di rotazione e rappresentazioni minime dell'orientamento; trasformazioni omogenee; cinematica diretta: convenzione di Denavit-Hartenberg, calcolo della cinematica diretta di strutture di manipolazione; spazio dei giunti e spazio operativo; caratterizzazione di strutture di manipolazione: spazio di lavoro, ridondanza cinematica, ripetibilità ed accuratezza; cenni alle tecniche di calibrazione cinematica; cenni alla risoluzione in forma chiusa della cinematica inversa.

**Cinematica differenziale e statica dei manipolatori a catena aperta (8 ore di lezione, 6 ore di esercitazione):** Jacobiano geometrico e Jacobiano analitico; analisi della ridondanza cinematica; singolarità cinematiche; soluzioni algoritmiche della cinematica inversa; statica dei manipolatori; misure di manipolabilità.

**Dinamica dei manipolatori a catena aperta (2 ore di lezione):** formulazione di Lagrange; proprietà notevoli del modello dinamico; cenni alla identificazione dei parametri dinamici; dinamica diretta ed inversa.



---

---

**Pianificazione di traiettorie (4 ore di lezione, 4 ore di esercitazioni):** tecniche di pianificazione delle traiettorie nello spazio dei giunti; tecniche di pianificazione delle traiettorie nello spazio operativo.

**Controllo (2 ore di lezione):** tipologie e schemi di principio di controllo del moto: controllo nello spazio dei giunti e nello spazio operativo; cenni al controllo dell'interazione.

**Sistema sensoriale e unità di governo (4 ore di lezione):** sensori e attuatori, architettura funzionale di una unità di governo per robot industriali; cenni alle architetture hardware; ambienti di programmazione.

---

---

#### METODI DIDATTICI

Il corso è organizzato nel seguente modo:

- lezioni in aula su tutti gli argomenti del corso (36 ore);
  - esercitazioni numeriche in aula (18 ore);
  - illustrazione di esempi di progettazione di software per la pianificazione e il controllo cinematico di sistemi robotici (4 ore).
- 
- 

#### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Nell'ultima parte del corso gli allievi sono invitati a comporre dei gruppi per lo sviluppo di un elaborato progettuale. A ciascun gruppo viene assegnato un elaborato progettuale, il cui argomento può essere proposto dal gruppo stesso. Per poter sostenere l'esame è necessario consegnare l'elaborato progettuale entro la scadenza comunicata negli avvisi di prove d'esame (tipicamente 1 settimana). L'elaborato sarà preventivamente valutato dal docente: se non è considerato soddisfacente, il docente può chiedere modifiche e/o integrazioni.

L'esame consiste in una prova orale suddivisa in due parti:

- la prima parte consiste nella discussione dell'elaborato progettuale ed è tesa a valutare il grado di maturità ed autonomia nell'affrontare problemi applicativi nell'ambito della Robotica, nonché le capacità di presentare in modo chiaro e sintetico il lavoro svolto;
- nella seconda parte sarà valutata la capacità di collegare e confrontare gli argomenti trattati durante il corso.

Il voto finale sarà determinato sulla base della correttezza e della profondità dell'elaborato, nonché sulla capacità dell'allievo di esporlo in maniera chiara ed esauritiva, e dell'accertamento della capacità di collegare e confrontare argomenti e metodologie apprese.

---

---

#### TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE

- Lucidi delle lezioni disponibili su <http://www2.unibas.it/caccavale/rob.html>.
  - Testi di riferimento:
    - ✓ B. Siciliano, L. Sciacicco, L. Villani, G. Oriolo. Robotica: Modellistica, Pianificazione e Controllo (III edizione). McGraw-Hill, Italia, 2008
- 
- 

#### METODI E MODALITÀ DI GESTIONE DEI RAPPORTI CON GLI STUDENTI

All'inizio del corso il docente descrive obiettivi, programma e metodi di verifica del corso, indicando dove reperire il materiale didattico on line.

L'orario di ricevimento è fissato per il Mercoledì dalle ore 10:30 alle ore 12:30 presso lo studio del docente, V piano dell'edificio di Ingegneria, campus di Macchia Romana. Oltre all'orario di ricevimento settimanale, il docente è disponibile in ogni momento per un contatto con gli studenti, attraverso la propria e-mail o alla fine della lezione.

---

---

#### DATE DI ESAME PREVISTE<sup>1</sup>

07/02/2017, 14/03/2017, 18/04/2017, 16/05/2017, 13/06/2017, 25/07/2017, 26/09/2017, 24/10/2017, 12/12/2017

---

---

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI    SI X    NO

---

---

#### ALTRE INFORMAZIONI

---

---

<sup>1</sup> Potrebbero subire variazioni: consultare la pagina web del docente o del Dipartimento/Scuola per eventuali aggiornamenti