



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## ROBOTICA E MACCHINE INTELLIGENTI

### LUCIA PALLOTTINO

|                 |   |
|-----------------|---|
| Anno accademico | 2019/20   |
| CdS             | ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND<br>DATA ENGINEERING |
| Codice          | 891II   |
| CFU             | 6   |

|                                     |            |         |     |                  |
|-------------------------------------|------------|---------|-----|------------------|
| Moduli                              | Settore/i  | Tipo    | Ore | Docente/i        |
| ROBOTICA E MACCHINE<br>INTELLIGENTI | ING-INF/04 | LEZIONI | 60  | LUCIA PALLOTTINO |

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni fondamentali e gli strumenti necessari per l'analisi, la progettazione e la realizzazione di sistemi di gestione per sistemi multi robot, intesi nella loro più ampia accezione: sistemi fisici controllati da un processore digitale, dotati di capacità sensoriali e di intervento sull'ambiente, con caratteristiche di elevata autonomia. Al termine del corso, lo studente avrà:

- conoscenze sulle tecniche e gli algoritmi di pianificazione del moto di sistemi robotici, anche inseriti in contesti di produzione integrata;
- conoscenze sulle metodologie di modellazione, analisi e progetto di sistemi di controllo per sistemi robotici distribuiti.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica delle conoscenze avviene attraverso la applicazione delle stesse a casi di studio, i cui risultati sono presentati e discussi attraverso una relazione tecnica ed una presentazione con strumenti multimediali.

##### *Capacità*

Al termine dell'insegnamento lo studente saprà:

- Utilizzare software di simulazione per sistemi robotici
- Utilizzare le tecniche di pianificazione del moto nello spazio delle configurazioni
- Utilizzare le metodologie attuali per l'analisi e la gestione di sistemi robotici distribuiti

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante il corso le tecniche apprese di pianificazione verranno applicate su sistemi robotici simulati e/o fisici in attività di esercitazione e laboratoriale, sotto la supervisione dei docenti e dei collaboratori alla didattica

##### *Comportamenti*

Al termine del corso gli studenti avranno sviluppato l'attitudine a riconoscere nei problemi applicativi di diversa natura che possono essere loro proposti, le caratteristiche salienti dei sistemi robotici in una accezione ampia del termine, di riconoscere le tecniche più adeguate per la pianificazione del moto e di applicare gli strumenti di progetto appresi.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Agli studenti verrà chiesto di proporre argomenti di approfondimento nei quali loro stessi dovranno scegliere i sistemi cui applicare le tecniche apprese. In questo modo, potranno dimostrare di saper estendere l'applicabilità dei metodi ad una classe più generale di problemi che potranno incontrare nella loro vita professionale.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

- Elementi di algebra lineare e teoria dei grafi
- Capacità di utilizzo di software di analisi e simulazione (e.g. Matlab, Simulink)



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Indicazioni metodologiche

Le lezioni vengono svolte alla lavagna con l'eventuale uso di supporti multimediali per la visione di immagini e video.

Modalità di apprendimento:

- Partecipazione alle lezioni
- Partecipazione a seminari
- Partecipazione alle discussioni
- Studio individuale
- Lavoro di gruppo
- Lavoro di laboratorio

Metodologia di insegnamento:

- Lezioni
- Seminari
- Tutorato

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### 1 Introduzione ai sistemi multi robot

- 1.1 Caratteristiche e problematiche
- 1.2 Astrazione e modellistica

#### 2 Introduzione alla teoria dei grafi

- 2.1 Definizioni, caratteristiche e proprietà dei grafi
- 2.2 Matrici associate ai grafi e analisi spettrale
- 2.3 Introduzione all'ottimizzazione discreta
- 2.4 Introduzione alla programmazione dinamica

#### 3 Algoritmi di pianificazione del moto

- 3.1 Introduzione al problema della pianificazione del moto
- 3.2 Modelli geometrici e spazio delle configurazioni
- 3.3 Algoritmi di pianificazione combinatorici.
- 3.4 Algoritmi di pianificazione del moto basati su campionamento.
- 3.5 Algoritmi di pianificazione basati sui potenziali o su comportamenti

#### 4 Algoritmi distribuiti su reti sincrone

- 4.1 Introduzione agli algoritmi distribuiti su reti sincrone
- 4.2 Il Protocollo del Consenso a tempo continuo e discreto

#### 5 Controllo di formazione

- 5.1 Introduzione al controllo in formazione
- 5.2 Formalizzazione e modellistica delle formazioni
- 5.3 Controllo di formazioni con dinamica lineare
- 5.4 Controllo di formazioni di unicicli
- 5.5 Problema del Coverage

#### 6 Strumenti di simulazione robotica

- 6.1 Uso del Matlab per la simulazione di sistemi robotici distribuiti
- 6.2 Introduzione al Robotics Operative System (ROS)

### Bibliografia e materiale didattico

- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivco, Luigi Villani, Giuseppe Oriolo "Robotics, modelling, planning and control", Springer.
- Stephen M. LaValle, "Motion Planning Algorithms", Cambridge University Press, 2006.
- Mehran Mesbahi & Magnus Egerstedt, "Graph Theoretic Methods in Multiagent Networks", Princeton University Press, Princeton, NJ, Sept. 2010.
- Nancy Lynch, "Distributed Algorithms" Elsevier, Morgan Kaufmann, 1996.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Indicazioni per non frequentanti

Nessuna variazione.

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale articolata in uno o più esercizi da svolgere autonomamente ed in una o più domande cui rispondere oralmente interagendo con la commissione.

In aggiunta o in alternativa alla prova orale, l'esame consiste nella valutazione dei risultati di approfondimento mediante esposizione di tavole o di progetti proposti e svolti dai candidati.

*Ultimo aggiornamento 07/08/2019 13:42*