

# Scuola di Dottorato SIDRA 2010 “Robotica”

Bertinoro, 12–17 Luglio 2010

*Coordinatori:* Giuseppe Oriolo, Domenico Prattichizzo e Luigi Villani

<http://bertinoro2010.dii.unisi.it>

## Indice

<b>1</b>	<b>Obiettivi</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Prerequisiti</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Materiale didattico</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Docenti</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Programma</b>	<b>3</b>
5.1	Robot Manipolatori (12h) . . . . .	3
5.2	Robotica Mobile (12h) . . . . .	3
5.3	Mani Robotiche e Interfacce Aptiche (12h) . . . . .	4
5.4	Mini-workshop (4h) . . . . .	4

## 1 Obiettivi

La Robotica è un settore in continua evoluzione e rappresenta un campo assai fertile per lo sviluppo e l'applicazione di metodologie dell'Automatica. Negli anni '80 i principali impieghi dei robot erano legati alla fabbrica automatica, in cui la macchina sostituisce essenzialmente l'uomo. Oggi da un lato si assiste all'evoluzione del braccio meccanico o manipolatore industriale, che diventa robot collaboratore, capace di operare in maniera sicura anche in ambienti incerti e coabitati dall'uomo, utilizzando strutture meccaniche leggere e dotate di capacità sensoriali avanzate quali la visione e la misura delle forze di interazione. Dall'altro, la robotica di servizio propone degli scenari applicativi molto più ampi e variegati, in cui si adoperano macchine più evolute, capaci di muoversi in maniera autonoma in ambienti incerti, di manipolare oggetti con mani robotiche simili a quelle umane, di riprodurre sensazioni tattili per l'interazione con oggetti in situazioni di realtà virtuale o a distanza. Obiettivo della Scuola è quello di presentare in modo il più possibile organico e autocontenuto una selezione di temi avanzati della ricerca in robotica, al fine di evidenziare le tecniche rilevanti e le possibili applicazioni. Gli argomenti prescelti riguardano in particolare il controllo visuale e dell'interazione con l'ambiente, l'interazione fisica sicura uomo-robot, il controllo di robot mobili sia singoli che in plotone, le problematiche di localizzazione e mappatura, la modellistica e il controllo di mani robotiche, le interfacce aptiche e i sistemi di teleoperazione.

## 2 Prerequisiti

La scuola non prevede prerequisiti al di là della familiarità con gli aspetti di base dell'analisi matematica (teoria delle equazioni differenziali), dell'algebra lineare, della fisica (meccanica newtoniana) e naturalmente dell'automatica.

## 3 Materiale didattico

Il materiale didattico sarà costituito da una raccolta elettronica di documenti (capitoli di libri, articoli, dispense). Tale raccolta, che coprirà in modo esauriente il contenuto delle lezioni, sarà resa disponibile in anticipo agli studenti iscritti mediante il sito web della scuola (<http://bertinoro2010.dii.unisi.it>).

## 4 Docenti

[Gianluca Antonelli](#), Università di Cassino  
[Antonio Bicchi](#), Università di Pisa  
[Alessandro De Luca](#), Università di Roma La Sapienza  
[Sauro Longhi](#), Università Politecnica delle Marche  
[Claudio Melchiorri](#), Università di Bologna  
[Giuseppe Oriolo](#), Università di Roma La Sapienza  
[Domenico Prattichizzo](#), Università di Siena  
[Bruno Siciliano](#), Università di Napoli Federico II  
[Luigi Villani](#), Università di Napoli Federico II

## 5 Programma

Il corso avrà la durata complessiva di 36 ore, ripartite su cinque giorni (da Lunedì 12 Luglio a Venerdì 17 Luglio) secondo il programma sotto specificato. Le lezioni saranno svolte prevalentemente alla lavagna. Un uso molto moderato di diapositive è previsto solo laddove strettamente necessario. Nella mattinata di Sabato 18 Luglio, a conclusione della scuola, è previsto lo svolgimento di un mini-workshop composto da brevi presentazioni aventi lo scopo di fornire, attraverso la presentazione di lavori di natura sperimentale, spunti per lo sviluppo di ricerche di frontiera rispetto al contesto scientifico internazionale.

### 5.1 Robot Manipolatori (12h)

#### **Modellistica e controllo del moto - Lunedì 12 Luglio, ore 9:00–12:30**

[Docente] Bruno Siciliano (Università di Napoli Federico II)

[Argomenti] Generalità. Strutture meccaniche dei bracci robotici. Modello cinematico. Jacobiano e cinematica differenziale. Ridondanza. Modello dinamico. Controllo del moto.

#### **Controllo visuale e di forza - Lunedì 12 Luglio, ore 15:00–18:30**

[Docente] Luigi Villani (Università di Napoli Federico II)

[Argomenti] Visione per la robotica. Controllo visuale. Controllo di impedenza/ammettenza. Controllo ibrido forza/moto.

#### **Interazione fisica sicura uomo-robot - Martedì 13 Luglio, ore 9:00–12:30**

[Docente] Alessandro De Luca (Università di Roma La Sapienza)

[Argomenti] Modellistica e controllo di robot con elementi flessibili. Interazione fisica sicura uomo-robot.

### 5.2 Robotica Mobile (12h)

#### **Modellistica e controllo dei robot mobili- Martedì 13 Luglio, ore 15:00–18:30**

[Docente] Giuseppe Oriolo (Università di Roma La Sapienza)

[Argomenti] Generalità sui robot mobili su ruote. Strutture meccaniche. Anolonomia. Modelli cinematici. Controllabilità e stabilizzabilità. Inseguimento di traiettoria. Stabilizzazione di postura.

#### **Localizzazione - Mercoledì 14 Luglio, ore 9:00–12:30**

[Docente] Sauro Longhi (Università Politecnica delle Marche)

[Argomenti] Odometria. Stima ricorsiva dello stato. Metodi Bayesiani (*Extended Kalman Filter, Particle Filter*). Localizzazione e mappatura simultanee (SLAM).

#### **Sistemi multi-robot - Giovedì 15 Luglio, ore 9:00–12:30**

[Docente] Gianluca Antonelli (Università di Cassino)

[Argomenti] Controllo coordinato. Richiami di teoria algebrica dei grafi. Consenso. *Rendez-vous. Deployment*.

### 5.3 Mani Robotiche e Interfacce Aptiche (12h)

#### **Modellistica e controllo delle mani robotiche - Giovedì 15 Luglio, ore 15:00–16:30**

[Docente] Domenico Prattichizzo (Università di Siena)

[Argomenti] Modellistica e vincoli di contatto. Cinematica e cineto-statica dei sistemi di presa. Matrice di presa e Jacobiano della mano. Il ruolo delle forze interne ed il problema del mantenimento dei vincoli di contatto. Controllo di posizione e forza.

#### **Controllo ottimo della presa - Giovedì 15 Luglio, ore 17:00–18:30**

[Docente] Antonio Bicchi (Università di Pisa)

[Argomenti] *Force e form closure*. Controllo ottimo della presa con mani robotica. La presa robotica interpretata in termini di sinergie posturali.

#### **Interfacce aptiche - Venerdì 16 Luglio, ore 9:00–12:30**

[Docente] Domenico Prattichizzo (Università di Siena)

[Argomenti] Interfacce aptiche e interazione tattile. Rendering aptico e ambienti virtuali. Trasparenza dell'Interazione. Sistemi di interazione tattile multi contatto per la simulazione della presa di oggetti.

#### **Sistemi di teleoperazione - Venerdì 16 Luglio, ore 15:00–18:30**

[Docente] Claudio Melchiorri (Università di Bologna)

[Argomenti] Interfacce aptiche e teleoperazione. La passività per garantire la stabilità dei sistemi di teleoperazione.

### 5.4 Mini-workshop (4h)

#### **Applicazioni della Robotica - Sabato 17 Luglio, ore 9:00–12:30**

Le presentazioni previste verranno annunciate successivamente.