

# Robotics II

## 1. DESCRITTORI

- 1.1 *Settore scientifico-disciplinare*: ING-INF/04
- 1.2 *Crediti formativi universitari*: 6
- 1.3 *Docente*: Alessandro De Luca
- 1.4 *Contatti docente*: +39 06 77274 052, deluca@dis.uniroma1.it
- 1.5 *Offerto ai corsi di studio*: MCER1, MARR1, MELR2
- 1.6 *Calendarizzazione*: secondo semestre
- 1.7 *Tipologia di valutazione*: esame scritto oppure tesina + verifica orale (con votazione in trentesimi)
- 1.8 *Anni accademici di riferimento*: a.a. 2013/14

## 2. OBIETTIVI DEL MODULO E CAPACITÀ ACQUISITE DALLO STUDENTE

### ITALIANO

Il corso fornisce gli strumenti avanzati per l'analisi (cinematica e dinamica) di robot manipolatori e per il controllo dei loro movimenti e dell'interazione ambientale, incluso l'asservimento visuale.

### INGLESE

This course provides tools for advanced kinematic and dynamic analysis of robot manipulators and for the design of feedback control laws for free motion and interaction tasks, including visual servoing.

## 3. RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### ITALIANO

Lo studente sarà in grado di sviluppare modelli dinamici di robot manipolatori, di progettare leggi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente e di verificarne le prestazioni mediante strumenti di simulazione.

### INGLESE

The student will be able to develop dynamic models of robot manipulators, to design control laws for motion and environment interaction tasks, and to verify the robot performance based on simulation tools.

## 4. PROGRAMMA

### ITALIANO

Si introducono aspetti avanzati di modellistica cinematica per robot manipolatori (calibrazione, ridondanza e suo impiego). Si descrivono i metodi per la derivazione e l'uso delle equazioni dinamiche dei robot (formulazioni di Eulero-Lagrange e Newton-Eulero), anche in presenza di elasticità delle trasmissioni/giunti, e la relativa identificazione parametrica. Si analizzano gli schemi di controllo lineare e nonlineare per la regolazione di posizione (PD con compensazione della gravità, PID saturato, apprendimento iterativo) e l'asservimento di traiettoria (linearizzazione esatta e disaccoppiamento, controllo passivo, controllo robusto, controllo adattativo) nel moto libero, nonché nell'interazione ambientale (controllo di cedevolezza, d'impedenza e ibrido forza/velocità). Viene affrontato il problema dell'asservimento visuale (con enfasi sull'approccio cinematico per l'image-based visual servoing). Vengono infine trattati a livello seminariale alcuni argomenti speciali: diagnosi dei guasti di attuatori di robot; riconoscimento di collisioni fisiche e relativa reazione sicura. Il corso "Robotics I" è propedeutico.

### INGLESE

Advanced kinematics for robot manipulators (calibration, redundancy resolution). Derivation and use of the dynamic model of robots (Euler-Lagrange and Newton-Euler formulations). Identification of dynamic coefficients. Inclusion of joint transmission elasticity. Linear and nonlinear control schemes for set-point regulation (PD with gravity compensation, saturated PID, iterative learning) and for trajectory tracking

(feedback linearization and decoupling, passive control, robust control, adaptive control) in free motion tasks, as well as for interaction tasks with the environment (compliance control, impedance control, hybrid force/velocity control). Image- and position-based visual servoing (kinematic treatment). Special topics will be presented in a seminarial way: Diagnosis of robot actuator faults; Detection of physical collisions and safe reaction. The course requires "Robotics I".

#### **5. MATERIALE DIDATTICO**

- B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo. "Robotics: Modelling, Planning and Control", 3rd Edition, Springer, 2009
- Materiale integrativo disponibile sul sito web [http://www.dis.uniroma1.it/~deluca/rob2\\_en.php](http://www.dis.uniroma1.it/~deluca/rob2_en.php)

#### **6. SITO WEB DI RIFERIMENTO**

[http://www.dis.uniroma1.it/~deluca/rob2\\_en.php](http://www.dis.uniroma1.it/~deluca/rob2_en.php)