

**Politecnico di Milano**  
**Department of Mechanical Engineering**  
**Applied Mechanics Group**

**Proposed MSc thesis topics**

(for more information please contact the underlined professor)

**ROBOTICS (also see BIOMECHANICS and MECHATRONICS)**

**1. Optimal gait for humanoid robots (Prof. Braghin, Ing. Belloni)**  
**numerical thesis**

Although packed with more energy than human beings, humanoid robots have an autonomy that is a fraction of that of humans. This is mainly due to the energy consumption associated to the motion of the robot itself. In case of walking robots, the walking motion is responsible for more than 30% of the overall energy consumption. It is therefore of great importance to determine walking kinematics that minimize the energy consumption. This can be achieved by smart leg design, by optimal gait control and by the use of additional degrees of freedom such as the torso motion.

**2. Design and control of continuum robots (Prof. Braghin)**  
**numerical – experimental thesis**

Continuum robots are characterized by distributed deformability and absence of joints. Thus, their interaction with human beings is greatly facilitated. However, due to their deformability, positioning and tracking tasks are definitely not easy. Moreover, these robots suffer from singularities and over-actuation that require complex analytical formulations to be solved. The present thesis aims at developing a complete simulation framework for these robots also accounting for the different actuation principles.

**3. Controllo delle vibrazioni all'end effector di una macchina a cinematica parallela: identificazione del modello elasto-dinamico attraverso tecniche gray/black-box e compensazione volumetrica (Prof. Braghin, Ing. Vicentini)**  
**tesi numerico-sperimentale (tesi presso CNR-ITIA Via Bassini 15 Milano)**

L'obiettivo della tesi risiede nell'ampliamento delle procedure di identificazione del modello dinamico della macchina attraverso reti neurali, estendendolo ai termini elastici. Sviluppo e validazione di routine offline per la misura delle vibrazioni all'end-effector generate in traiettoria o nelle applicazioni di controllo di interazione (e.g. impedenza). Sviluppo e validazione di metodi di compensazione dinamica, parametrici nello spazio di lavoro. L'attività sperimentale è condotta su una macchina a cinematica parallela ibrida a 5+1 gdl.

**4. Physical Human-Robot Interaction (pHRi): configurazione automatica e controllo in interazione con l'utente attraverso l'adattamento dell'impedenza meccanica (Prof. Braghin, Ing. Vicentini)**

**tesi numerico-sperimentale (tesi presso CNR-ITIA Via Bassini 15 Milano)**

Scenario: interazione diretta dell'utente con robot leggeri in robotica di servizio (es. medicale) e industriale (es. assemblaggio assistito). L'obiettivo della tesi risiede nello sviluppo e sperimentazione di applicazioni (programmi e controlli) per compiti di "hands-on soft-robotics" (guida manuale, programmazione per addestramento diretto, assemblaggio assistito, aptica, ecc) accumulati dalla necessità di variare/adattare la risposta dinamica del robot in controllo (impedenza o singole rigidezze/smorzamenti) in funzione del task e del progresso del task. Ad esempio è

previsto l'utilizzo di una configurazione ad alta rigidità e bassa velocità per compiti di precisione con transizioni a elevata cedevolezza per forze impulsive occasionali (urti) o volontarie. Studio della stabilità delle transizioni, algoritmi di aggiornamento della configurazione e apprendimento. Piattaforma: Kuka lightweight robot 4+.

**5. Spazio di lavoro cooperativo uomo-robot: comandi gestuali a postazioni multi-robot** (Prof. Braghin, Ing. Vicentini)

**tesina sperimentale (tesi presso CNR-ITIA Via Bassini 15 Milano)**

Scenario: setup sperimentale di 2 robot industriali e 2 manipolatori leggeri in spazio di lavoro condiviso (senza barriere), con generazione/variazione in linea del programma di lavoro sulla base delle richieste dell'operatore. Si richiede di sviluppare e sistematizzare la codifica di gesti naturali in comandi macchina. I gesti sono rilevati da dispositivi di lungo raggio (telecamere a tempo di volo con il tracciamento di point cloud) e corto raggio (leap motion).

**6. Spazio di lavoro cooperativo robot-robot: handling multi-robot** (Prof. Braghin, Ing. Vicentini)

**tesina sperimentale (tesi presso CNR-ITIA Via Bassini 15 Milano)**

Si richiede di sviluppare e sistematizzare routine di manipolazione e trasporto cooperativo (e.g. 2 robot per 1 oggetto di grandi dimensioni) con ottimizzazione della configurazione e della traiettoria, dei vincoli di task e sforzi sull'oggetto manipolato.