



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Controllo Motorio

2425-1-I0201D131-I0201D196M

---

#### Obiettivi

Studio dei principi che governano il controllo sensorimotorio e delle aree neurali coinvolte

#### Contenuti sintetici

Principi computazionali del controllo sensorimotorio  
Apprendimento sensorimotorio  
Aree neurali coinvolte

#### Programma esteso

##### Introduzione al controllo motorio

Livelli di analisi di Marr  
Pianificazione e controllo  
Cinematica diretta e inversa  
Dinamica diretta e inversa

##### Schemi di controllo e predizione dello stato

feedforward e feedback  
Internal model (inverse e forward)  
Stima dello stato  
Inferenza Bayesiana

##### Ottimalità

Pianificazione della traiettoria  
Funzioni di costo: minimum jerk, minimum torque, minimum variance  
Optimal feedback control  
Minimum intervention principle

### **Apprendimento sensorimotorio**

Adattamento  
Task e prediction error

### **Cervelletto**

Funzioni  
Microcircuito cerebellare  
Apprendimento cerebellare

### **Aree motorie corticali**

Corteccia motoria primaria  
Corteccia premotoria  
Tratti discendenti

### **Circuiti spinali**

Midollo spinale  
Recettori propriocettivi muscolari  
Archi riflessi e loro modulazione

### **Controllo della locomozione**

Central Pattern Generator (CPG)  
Modulazione CPG da parte di afferenze sensoriali e aree sovraspinali

## **Prerequisiti**

Conoscenze di base di Neuroanatomia

## **Modalità didattica**

Didattica erogativa in presenza: 7 lezioni frontali da 2h da parte del docente  
Didattica integrativa in presenza: gli studenti svolgeranno presentazioni alla lavagna per approfondire gli argomenti trattati in modalità di didattica erogativa (1 da 2 ore).

## **Materiale didattico**

Le lezioni di questo modulo sono sviluppate sulla base di due libri di riferimento e soprattutto articoli scientifici. Per ciascuna lezione verrà comunicato il relativo materiale didattico.

### **Libri di riferimento:**

Kandel E., et al. (2021). Principles of Neural Science. (6th ed). McGraw Hill. Capitoli 30-36.  
Purves D., et al. (2021). Neuroscienze. (5th ed. italiana; 6th ed. americana). Zanichelli. Capitoli 16-19.

**Articoli scientifici (necessari):**

Marr D. (2010) Vision: A Computational Investigation Into the Human Representation and Processing of Visual Information. The MIT Press. Capitolo 1.  
Wolpert D, Ghahramani Z. (2000). Computational principles of movement neuroscience. Nat Neurosci. Nat Neurosci 3 (Suppl 11), 1212–1217.  
Kawato M. (1999). Internal models for motor control and trajectory planning. Curr Opin Neurobiol. 9(6):718-27.  
Todorov E. (2004). Optimality principles in sensorimotor control. Nat Neurosci. 7(9):907-915.

**Articoli scientifici (approfondimenti):**

Körding KP, Wolpert DM. (2004). Bayesian integration in sensorimotor learning. Nature. 427(6971):244-7  
Shadmehr R, Mussa-Ivaldi F. (1994) Adaptive representation of dynamics during learning of a motor task. JNeurosci. 14(4):3208:24  
Morasso, P. (1981) Spatial control of arm movements. Exp Brain Res 42, 223–227.  
Todorov E, Jordan MI. (2002). Optimal feedback control as a theory of motor coordination. Nat. Neurosci. 5(11):1226-1235.  
Shadmehr R, Krakauer JW. A computational neuroanatomy for motor control. Exp Brain Res. 2008 Mar;185(3):359-81

**Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

**Modalità di verifica del profitto e valutazione**

come da syllabus dell'insegnamento

**Orario di ricevimento**

Su appuntamento  
cristiano.alessandro@unimib.it

**Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÀ | RIDURRE LE DISUGUAGLIANZE

---