



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE BIOMEDICHE  
E NEUROMOTORIE

*Modulo richiesta borsa di studio per attività di ricerca post-laurea*

## **TUTOR**

Dr. Matteo Filippini

## **TITOLO DEL PROGETTO**

Tecnologie non invasive e AI per il controllo neuroprotesico in pazienti con disabilità motorie

Titolo del Progetto di ricerca sui cui fondi si intende finanziare la nuova borsa di ricerca:  
“Interfacce Neurorobotiche Ibride per il Controllo e il Recupero della funzionalità motoria e verbale” – Acronimo NeuroRobCoRe, Bando a cascata del Progetto PNC0000007 – Fit for Medical Robotics (acronimo: Fit4MedRob)

## **DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI RICERCA**

### **Basi scientifiche del progetto di ricerca**

Il progetto NeuroRobCoRe nasce dalla convergenza tra neuroscienze, intelligenza artificiale e ingegneria biomedica, con l’obiettivo di sviluppare interfacce neurorobotiche ibride in grado di ripristinare funzioni motorie e comunicative in pazienti con patologie del sistema nervoso. Le tecnologie Brain-Computer Interface (BCI), in particolare, offrono nuove possibilità per l’interazione diretta tra il cervello e dispositivi robotici, ma permangono ostacoli legati all’estrazione affidabile dell’intenzione motoria e alla sua esecuzione efficace.

Il progetto si propone di superare i limiti delle attuali BCI integrando segnali neurali non invasivi multimodali (EEG, fNIRS, EMG, oculometria) con tecniche avanzate di intelligenza artificiale per aumentare l’accuratezza della decodifica dell’intenzione. L’approccio ibrido è supportato da ricerche recenti che dimostrano come l’integrazione multimodale migliori la sensibilità delle BCI (Cheng et al., 2022; Tan et al., 2022). Inoltre, l’impiego di strategie di reinforcement learning consente l’adattamento continuo del sistema alle caratteristiche specifiche del paziente.

### **Scopo del progetto di ricerca, possibili risultati e metodologie da usare**

Il progetto mira allo sviluppo di un sistema prototipale che consenta a pazienti con limitazioni motorie di controllare un braccio robotico o altri ausili tramite segnali cerebrali e comportamentali non invasivi.

Il borsista contribuirà alla fase di realizzazione del setup sperimentale, raccolta e analisi dei dati comportamentali e neurali da soggetti sani. Le attività includeranno la registrazione di segnali EEG, fNIRS, EMG e oculometrici durante compiti mirati, la configurazione di ambienti di test con dispositivi robotici e software di simulazione, nonché l’implementazione e validazione di algoritmi AI per la decodifica delle intenzioni motorie.

## **SETTORE PERSONALE**

### **UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO**

c/o Policlinico di Sant’Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia  
Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE BIOMEDICHE  
E NEUROMOTORIE

Attraverso questa attività si prevede la realizzazione di un sistema completo e testabile in contesti realistici, integrabile nelle piattaforme di comunicazione assistita già esistenti (Dialog Ausili). I risultati attesi includono un aumento dell'accuratezza dei sistemi BCI, una maggiore adattabilità del controllo protesico e un miglioramento dell'interazione uomo-macchina in scenari di assistenza o riabilitazione.

#### Bibliografia

Cheng, G., et al. (2022). Hybrid BCI: Combining EEG and EMG for Intent Detection. IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.

Tan, M. C., et al. (2022). Multimodal BCI using eye-tracking and EEG. Front. Neurosci.

Verhoeven, T. et al. (2015). Closed-loop BCI systems: user involvement in the control loop. J. Neural Eng.

Ventura, F. et al. (2023). Human-centered interfaces for rehabilitation robotics. Neurorehabilitation and Neural Repair.

Andersen, R. A. et al. (2019). High-performance brain-machine interfaces. Annual Review of Neuroscience.

#### DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DEL BORSISTA

Il borsista dovrà:

- Collaborare all'allestimento del setup sperimentale per la registrazione di segnali comportamentali e neurali non invasivi (EEG, fNIRS, EMG, oculometria) durante task visuomotori e comunicativi.
- Configurare e calibrare le apparecchiature di registrazione, garantendo la sincronizzazione temporale e spaziale tra le diverse sorgenti di dati (video, segnali EEG/fNIRS, movimenti oculari e muscolari).
- Implementare protocolli sperimentali su soggetti sani per la raccolta dati, simulando compiti reali di interazione neurorobotica.
- Eseguire la registrazione simultanea dei dati neurali e comportamentali, con particolare attenzione alla qualità del segnale e al rispetto delle condizioni sperimentali.
- Supportare l'analisi dei dati raccolti, utilizzando tecniche di pre-processing e riduzione della dimensionalità dei segnali (PCA, ICA, t-SNE), per identificare pattern rilevanti legati all'intenzione motoria e comunicativa.
- Contribuire all'addestramento e test di modelli di machine learning per la decodifica in tempo reale delle intenzioni, in collaborazione con il team UNIBO e i partner industriali.
- Partecipare alla fase di integrazione dei modelli sviluppati nei software proprietari (es. Dialog Matrix AAC) e alla validazione funzionale del prototipo in ambienti simulati e realistici.

Il borsista apprenderà metodologie per l'acquisizione e l'analisi di segnali neurali e comportamentali, tecniche di intelligenza artificiale per l'interpretazione dei segnali, sviluppo

#### SETTORE PERSONALE

#### UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia  
Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE BIOMEDICHE  
E NEUROMOTORIE

software per piattaforme interattive in ambito biomedicale e uso di strumenti di realtà virtuale e aumentata per la simulazione di ambienti riabilitativi.

Le attività sperimentali si svolgeranno su volontari sani, secondo quanto approvato dal comitato etico dell'Università di Bologna e in accordo con la Dichiarazione di Helsinki. La partecipazione sarà su base volontaria previo consenso informato.

<b>Commissione proposta</b> 3 commissari + 1 supplente	<i>Dr. Matteo Filippini</i>
	<i>Prof.ssa Annalisa Bosco</i>
	<i>Prof.ssa Michela Gamberini</i>
	<i>Prof. Konstantinos Chatzidimitrakis</i>

**Scheda attività assistenziale (se prevista)**

<b>ATTIVITÀ ASSISTENZIALI DEL BORSISTA DI RICERCA/N. ORE SETTIMANA (max 18 ore settimanali)</b>
NON PREVISTE
<b>AZIENDA SANITARIA PRESSO CUI SI SVOLGERÀ L'ATTIVITÀ</b>
NON PREVISTA

**SETTORE PERSONALE**

**UFFICIO PERSONALE NON STRUTTURATO**

c/o Policlinico di Sant'Orsola, via Massarenti 9 – Pad. 11 | 40138 Bologna | Italia  
Responsabile del procedimento: Luisa Romagnoli | sam.nonstrutturati@unibo.it