

Titolo del progetto di ricerca: “Analisi del segnale elettroencefalografico (EEG) in resting state e in compiti cognitivi e motori, mediante stima della connettività cerebrale e applicazione di tecniche di deep learning”

Tutor: Prof.ssa Elisa Magosso (responsabile del Task 4.1 "*Modelling sensory and motor systems*" nell'ambito del WP4 "*Neural network models and technologies to better understand perception, movement and brain-body interaction and to impact on society*" dello Spoke 4 "*Perception and brain-body interactions*")

Struttura presso la quale svolgere il progetto: Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione “Guglielmo Marconi” (sede di Cesena).

Durata: 12 mesi

Progetto di ricerca:

I segnali elettroencefalografici (EEG) registrati durante compiti cognitivi, motori o durante resting state, se opportunamente elaborati, sono in grado di fornire informazioni su come l'attività neurale si organizza per realizzare funzioni cognitive e motorie, e alterazioni in tale organizzazione possono essere indicative di disturbi e patologie. Un aspetto fondamentale dell'organizzazione neuronale è l'interazione funzionale tra regioni differenti, ovvero la connettività cerebrale, attraverso cui regioni cerebrali anche spazialmente distanti si trasferiscono reciprocamente informazione, che può essere specifica di certe bande di frequenza (ritmi cerebrali). Il progetto si pone come obiettivo l'analisi di segnali EEG acquisiti in resting state e/o durante task specifici, utilizzando tecniche di stima della connettività cerebrale; tali tecniche potranno essere utilizzate a livello di segnali di scalpo, o a livello di segnali di corteccia ricostruiti dai segnali di scalpo, nel caso in cui il numero di elettrodi acquisiti renda affidabile la ricostruzione. Per la stima della connettività, si utilizzerà principalmente la Granger Causality, sia bivariata che multivariata, ma potranno essere testate anche altre misure di connettività. Inoltre, si utilizzeranno anche tecniche di Intelligenza Artificiale, in particolare approcci di deep learning basati su reti neurali multistrato, che si stanno dimostrando particolarmente promettenti per estrarre automaticamente feature EEG, utili per la decodifica e interpretazione del segnale EEG. Tali approcci verranno usati per decodificare i segnali EEG (o caratteristiche precedentemente estratte dai segnali), allo scopo di inferire da essi specifiche variabili a seconda del protocollo sperimentale eseguito durante l'acquisizione, ad es. inferire lo stato motorio o lo stato attentivo nel caso di protocolli che coinvolgono task motori o di attenzione, o inferire la scala clinica di un disturbo nel caso di un protocollo sperimentale che abbia coinvolto pazienti neurologici. Tecniche di interpretazione delle feature estratte dalle reti neurali potranno fornire informazioni sull'organizzazione cerebrale e sui meccanismi neurali associati alla variabile decodificata. È prevista l'acquisizione di segnali EEG su soggetti sani presso il LabE del Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione, sede di Cesena. Potranno anche essere utilizzati segnali EEG acquisiti su pazienti da partner clinici del progetto MNESYS e resi disponibili per l'analisi, o segnali EEG liberamente disponibili online.

Piano di attività

Il piano di attività sarà articolato nei seguenti passi:

i) Partecipazione ad attività sperimentale nel laboratorio LabE (sede di Cesena), per l'acquisizione di segnali EEG su soggetti volontari sani durante specifici task.

- ii) Applicazione di passi di pre-processing per eliminare i principali artefatti dai segnali EEG, sia quelli acquisiti in laboratorio sia quelli già disponibili, ed eventualmente stimare i segnali corticali, e applicazione di tecniche di stima di connettività, anche testando più tecniche.
- iii) Applicazione di reti di deep learning ai segnali EEG o a caratteristiche pre-estratte dai segnali, partendo da reti già disponibili.
- iv) Applicazione di tecniche di interpretazione delle feature apprese dalle reti di deep learning.
- v) Partecipazione alla stesura di articoli scientifici per riviste e/o per congressi.