



Modelli adattativi per interfacce Uomo-Macchina accessibili

Adaptive models for accessible Human-Machine interfaces

Questo progetto si focalizza sull'interfaccia cervello-computer (BCI - Brain Computer Interface), un innovativo dispositivo di input che rileva segnali generati dall'attività cerebrale e li interpreta in modo da poter fornire comandi a un calcolatore.

Le interfacce di input tradizionali richiedono che l'utente manipoli un oggetto fisico, per lo più usando mani, piedi o altre parti del corpo, ma questo non è sempre possibile. Per persone disabili che non hanno il controllo sui loro muscoli una BCI è preziosa, anche se attualmente le sue prestazioni sono molto limitate.

Dipartimento di Elettronica e Informazione

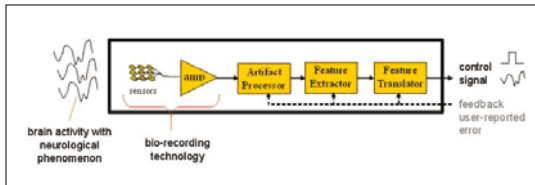
Gruppo di ricerca Andrea Bonarini
Research group Bernardo Dal Seno
Matteo Matteucci

Anno di avvio attività 2005
Beginning of activity

Cooperazioni nazionali e internazionali
National and international collaboration
Istituto Mario Negri, Milano

The focus of this project is on the brain-computer interface (BCI), a novel input device that is directly connected with the brain using signals generated by the brain cells' activity.

Traditional input interfaces require the user to manipulate a physical device, mostly with his hands or feet. However, controlling a device by using hands, feet, or other body parts is not always a viable choice. For disabled people who have no control over their muscle, a BCI can be valuable, even when (as at the present time) BCI performances are very limited.



1. Tipico schema BCI (da Mason et al.)
 Typical BCI schema (from Mason et al.)

Ci sono vari metodi per catturare l'attività cerebrale, ma l'elettroencefalografia (EEG) è la migliore per una BCI, per considerazioni di costi, invasività, dimensioni degli apparati. I segnali EEG sono segnali elettrici, un sottoprodotto della normale attività del cervello e sono segnali molto deboli, suscettibili al rumore e ad artefatti, perciò la loro elaborazione è delicata.

In Figura 1 è rappresentata una tipica architettura BCI. I segnali del cervello dell'utente sono registrati da elettrodi sulla testa, vengono amplificati e digitalizzati, quindi elaborati con algoritmi appropriati. A volte l'attività cerebrale viene evocata tramite uno stimolo esterno.

Questo progetto di ricerca punta a studiare problemi e tecniche connessi alla parte software di una BCI: gli algoritmi per l'elaborazione dei segnali registrati dai sensori dal cervello e i protocolli impiegati nella comunicazione uomo-macchina.

L'attività dell'interfaccia è l'obiettivo principale del progetto. Ci sono tre livelli di adattività in una BCI: adattamento a un nuovo utente; adattamento ai cambiamenti delle caratteristiche di un utente; adattamento al processo di adattamento del cervello dell'utente. Solo il primo livello è normalmente considerato in letteratura, e tipicamente si richiede all'utente di adattarsi attraverso lunghe sessioni di addestramento.

Le tecniche di apprendimento automatico sono lo strumento principale di questo progetto. Una selezione attenta e la messa a punto degli algoritmi porterà ad avanzamenti sia nelle prestazioni sia nell'attività di una BCI. La ricerca punta allo sviluppo di algoritmi di tipo off-line e on-line, adatti per applicazioni reali di dispositivi assistivi.

There are various methods for registering brain activity, but electroencephalography (EEG) is the only viable choice for a BCI, due to considerations of costs, invasiveness, equipment size. EEG signals are electrical signals, a byproduct of the normal activity of the brain; they are very weak and susceptible to noise and artifacts, hence their processing is tricky. Figure 1 represents a typical BCI setup. Signals from the user brain are registered by sensors (electrodes on the scalp); they are amplified and digitalized, and then processed with appropriate algorithms. Sometimes, brain activity is evoked in a user by an external stimulus.

This research project aims to investigate problems and techniques related to the BCI, focusing on the software: the algorithms for processing the signals collected by sensors and the protocols employed for the user-machine communication.

Interface adaptivity is the main goal of the project. There are three levels of adaptivity in a BCI: adaptation to a new user; adaptation to changes of the user's characteristics in time; adaptation to the adaptive response of the user's brain. Only the first level is normally taken into consideration by the works in the literature, and sometimes not even that; instead, the user is asked to adapt in long training sessions.

Machine learning techniques are the main tools of this project. Careful selection and tuning of the algorithms should bring advances both in the performance and in the adaptivity of a BCI. The research aims at the development of off-line and on-line algorithms, suitable for real world applications of assistive devices.