LIS

Laboratoire d'ingé
des systèmes de Vers

« DES SIGNAUX CÉRÉBRAUX AUX ACTIVITÉS COGNITIVES, APPROCHES GÉOMÉTRIQUES ET APPRENTISSAGE STATISTIQUE » PAR SYLVAIN CHEVALLIER

Discipline : Génie informatique, automatique et traitement du signal

Résumé :
Les progrès en analyse des signaux cérébraux pour un décodage en temps réel ont permis des avancées importantes pour les interfaces cérébrales. Ces interfaces cérébrales ou brain-computer interfaces (BCI) permettent de contrôler ou d'échanger des commandes avec un système en nécessitant pas ou peu de capacités physiques. Elles offrent une solution adaptée pour les personnes en situation de handicap. Dans leur forme actuelle, elles requièrent toutefois une bonne capacité de concentration pour fonctionner correctement. Ces BCI ont connu un rapide essor grâce aux méthodes d'apprentissage statistique, mais elles font face à deux verrous scientifiques. Le premier

concerne la puissance du signal, qui est très faible, et les bruits environnants qui contaminent les enregistrements de signaux cérébraux, avec des niveaux bien supérieurs à celui du signal d'intérêt. Le second point concerne les variabilités individuelles qui peuvent réduire les algorithmes à des prédictions au niveau de la chance pour 10 à 20 % des sujets.
Les travaux présentés dans ce manuscrit abordent les aspects tant expérimentaux que théoriques pour aborder ces deux problèmes. Les approches en traitement du signal utilisées pour travailler sur les signaux cérébraux peuvent dans certains cas s'appliquer sur d'autres types séries temporelles, par exemple pour des applications industrielles sur la détection d'anomalie. Toutes ces approches sont développées avec des outils libres pour une science ouverte et diffusable, en apportant quand c'est possible des contributions aux logiciels libres.

Abstract:
Real-time decoding of brain signals has opened new advances for brain interfaces thanks to dedicated signal analysis tools. Those brain-computer interfaces or BCI allow to control or to send commands to numerical systems without relying on physical capability. These interfaces are thus well suited for people with disabilities, but they still require good concentration capabilities. The BCI have attracted a growing interest with the development of dedicated machine learning algorithms. However, two major scientific problems have been identified. First, the signal is very weak while there are multiple noise sources of higher energy. Second, the individual variations could lead the decoding algorithm to approach the chance level for 10 to 20 % of the subjects.

The works presented in this manuscript describe the experimental and theoretical approach proposed to tackle those problems. The signal processing approaches developed for brain signals analysis could be applied to wider class of time series, with possible industrial applications for anomaly detection. All these works are conducted by following the open science principles, relying on and extending open source tools each time it was possible.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

M François Cabestaing, PU, Université de Lille, laboratoire CRIStAL (Rapporteur)
Mme Anne Guérin-Dugué, PU, Université de Grenoble-Alpes, Gipsa-lab (Rapporteur)
M Laurent Perrinet, CR CNRS, Institut de Neurosciences de la Timone (Rapporteur)
Mme Samia Bouchafa-Bruneau, PU, Université d'Evry Val d'Essonne, Université Paris-Saclay, IBISC (Examinatrice)

M François Routhier, Professeur agrégé, Université de Laval, laboratoire CIRRIS, Canada (Examinateur)
M Eric Monacelli, PU, Université de Versailles Saint-Quentin, LISV (Examinateur)

Contact : DSR - Service FED : theses@uvsq.fr