

Interfaces cerveau machine

4 décembre 2013

Les interfaces cerveaux-machines (Brain Computer Interface - BCI) sont basées sur les électroencéphalogrammes (EEG) : l'idée est de piloter une interface (très simple) à l'aide des signaux du cerveau. Ces interfaces existent depuis plusieurs années dans le domaine médical, pour permettre la communication avec les patients atteints de syndromes *locked-in* qui sont incapables de gérer les mouvements de leur corps. La plus fameuse de ces interfaces est le BCI P300 SPELLER [RG08].

Pour aller au delà de ces premières interfaces, quatre compétitions en BCI ont été organisées dans les années 2000 [MCB] provoquant l'émergence de nombreux algorithmes (SVM, filtres spécifiques, décodage spatial des EEG...). Plus récemment encore le projet européen OpenVibe a permis d'améliorer les solutions logicielles autour des BCI [INR]. Aujourd'hui, il existe des casques EEG abordables pour le grand public et les applications se multiplient (remplacer la télécommande de la télévision, application au jeux vidéos...).



FIGURE 1 – Interface cerveau machine par EEG : Un casque (au centre) permet de capturer en quelques dizaines d'emplacements du crâne (à gauche) des signaux d'activité cérébrale (à droite).

Pour mettre en oeuvre de telles applications efficacement il faut être capable de détecter à quelle commande l'utilisateur est en train de penser. Une tâche proche à laquelle nous nous intéresserons dans ce stage consiste à identifier la lettre qu'un utilisateur est en train de visualiser sur un écran, uniquement à partir de son EEG. Nous nous considérerons le cas multi-utilisateur où l'on souhaite que le système développé soit opérationnel pour un utilisateur quelconque.

Un premier enjeu tourne ainsi autour de la calibration des systèmes ou plus exactement de la réduction du temps de calibration nécessaire pour faire fonctionner ces interfaces. Il s'agit donc d'apprendre des modèles qui soient efficaces sur plusieurs utilisateurs puisque l'on souhaite un système qui puisse être immédiatement opérationnel pour un nouvel utilisateur. Plusieurs pistes sont envisageables. On peut s'appuyer tout d'abord sur les travaux de [BBCJ12] qui ont démontré une certaine efficacité sur des signaux EEG originaux (et multi-utilisateurs). On peut par ailleurs envisager des approches à base de réseaux de neurones pour l'extraction de caractéristiques discriminantes pour les BCI, à la manière de ce qui est proposé par T. Mitchell [PPHM09].

La seconde difficulté est la classification proprement dite, par exemple pour identifier quel mot (de commande) un utilisateur est en train de visualiser (ou auquel il est en train de penser) de façon à déclencher automatiquement la commande souhaitée. La nature bruitée et

complexe des signaux a pour le moment privilégié des modèles relativement simples mais il est envisageable que des modèles plus complexes, notamment des réseaux de neurones profonds, pourraient être de bons outils pour réaliser un traitement plus approprié des signaux EEG. Ce type de modèles a en effet montré ces dernières années des capacités remarquables, permettant de dépasser l'état de l'art sur des tâches difficiles en reconnaissance de la parole et en vision [BCV13, DSH13].

Conditions du stage : Ce stage se déroulera à ... dans le cadre d'une collaboration entre le Laboratoire d'Informatique d'Avignon (LIA, Université d'Avignon), le laboratoire d'informatique de Paris 6 (LIP6, UPMC, Université Pierre et Marie Curie), et le Laboratoire de Psychologie Cognitive (LPC, Université Aix-Marseille).

Encadrement : Ce stage sera co-encadré par T. Artières et V. Guigue au LIP6 (UPMC, Paris), G. Linares et J.F. Bonastre (LIA, Université d'Avignon) ...

Contacts : T. Artières (thierry.artieres@lip6.fr), G. Linares (georges.linares@univ-avignon.fr)

Références

- [BBCJ12] A. Barachant, S. Bonnet, M. Congedo, and C. Jutten. Multiclass brain-computer interface classification by riemannian geometry. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 59(4) :920–928, 2012.
- [BCV13] Yoshua Bengio, Aaron Courville, and Pascal Vincent. Representation learning : A review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 35(8) :1798–1828, 2013.
- [DSH13] George E. Dahl, Tara N. Sainath, and Geoffrey E. Hinton. Improving deep neural networks for lvcsr using rectified linear units and dropout. In *ICASSP*, pages 8609–8613, 2013.
- [INR] INRIA. Openvibe. <http://openvibe.inria.fr>.
- [MCB] K.R. Muller, G. Curio, and B. Blankertz. Berlin brain computer interface. <http://www.bbci.de/>.
- [PPHM09] Mark Palatucci, Dean Pomerleau, Geoffrey E. Hinton, and Tom M. Mitchell. Zero-shot learning with semantic output codes. In *NIPS*, pages 1410–1418, 2009.
- [RG08] Alain Rakotomamonjy and Vincent Guigue. Bci competition iii : dataset ii-ensemble of svms for bci p300 speller. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 55(3) :1147–1154, 2008.