

TITRE: Utilisation d'interfaces cerveau-ordinateur passives pour évaluer, concevoir et optimiser des interfaces utilisateurs 3D

EQUIPE/THEME: Iparla, Images & Sons

DIRECTEURS: Fabien Lotte, Martin Hachet

COURRIELS: fabien.lotte@labri.fr, martin.hachet@labri.fr

MOTS-CLES: Interfaces 3D, interfaces cerveau-ordinateur

DIRECTEURS HABILITES: Martin Hachet

DESCRIPTION du SUJET:

Les interfaces cerveau-ordinateurs (ou BCI - Brain-Computer Interfaces) sont des systèmes permettant d'interagir avec une application uniquement grâce à l'activité cérébrale, cette dernière étant généralement mesurée par ElectroEncéphaloGraphie (EEG). Jusqu'à présent les BCI ont principalement été utilisées de manière active, afin de permettre à un utilisateur d'envoyer volontairement des commandes à une application en effectuant une tâche mentale particulière. Une autre approche, également très prometteuse mais encore très peu explorée, consiste à utiliser les BCI de manière passive, afin de suivre l'état mental de l'utilisateur au cours du temps. Cela peut être utilisé, par exemple, afin d'adapter le contenu de l'application à l'état mental de cet utilisateur.

L'objectif de cette thèse est 1) de concevoir et d'utiliser de telles BCI passives dans le but de pouvoir évaluer, à l'aide de cette BCI, si une interface utilisateur 3D est agréable et pratique à utiliser, et ainsi 2) de développer des interfaces qui optimisent le degré d'acceptabilité et de confort pour un utilisateur donné. Cette optimalité sera définie par rapport à l'état mental de l'utilisateur lors de l'utilisation de l'interface : l'utilisateur est-il dans un état mental de plaisir/déplaisir? de surcharge cognitive? de stress? les signaux cérébraux de l'utilisateur comportent-ils de nombreux potentiels d'erreur (Ferrez, P. & del R. Millán, J., "Error-Related EEG Potentials Generated During Simulated Brain-Computer Interaction", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2008, 55, 923-929), ceux-ci indiquant que l'interface ne fait pas ce que l'utilisateur attend?

Les différentes étapes de cette thèse seraient donc:

- réaliser des expériences d'EEG afin d'enregistrer des signaux cérébraux lorsque l'utilisateur est dans différents états mentaux:
 - * plaisir ou déplaisir. On pourra s'inspirer d'expériences similaires réalisées en IRM fonctionnel (Hardoon, D.; Mourão-Miranda, J.; Brammer, M. & Shave-Taylor, J., "Unsupervised Analysis of fMRI Data Using Kernel Canonical Correlation", NeuroImage, 2007, 37, 1250-1259)
 - * surcharge cognitive/stress ou état mental neutre/détendu.
 - * état mental comportant des potentiels d'erreur. On pourra d'ailleurs étudier ces potentiels plus finement et proposer une taxonomie et analyse des types de potentiels d'erreur pertinents pour l'interaction 3D.
- développer des techniques de traitement et classification de signaux EEG afin de pouvoir distinguer en temps réels ces différents états mentaux dans les signaux EEG.
- Utiliser les BCI ainsi conçues afin d'évaluer l'expérience utilisateur lors de l'utilisation d'une interface donnée. Cela permettra de valider les BCI développées et de vérifier que les états mentaux mentionnés précédemment sont bien pertinents dans le contexte de l'évaluation d'interfaces 3D.
- Concevoir une approche permettant de mettre au point dynamiquement une interface, de façon à optimiser l'expérience de l'utilisateur (acceptabilité, confort, utilisation agréable, etc.), le tout à l'aide des BCI passives développées. Par exemple, on pourra ainsi chercher à développer une interface maximisant l'occurrence d'un état mental de plaisir et minimisant la surcharge cognitive ainsi que le nombre d'apparitions de potentiels d'erreur.

Ainsi, en plus des connaissances générées (en BCI, interfaces utilisateur, ...), les résultats de cette thèse permettront de mettre au point de meilleures interfaces 3D, optimalement agréables à utiliser. Ces interfaces pourront bénéficier à des personnes en bonne santé, mais également à des personnes handicapées afin qu'elles aussi puissent créer, apprendre et se divertir à l'aide d'applications 3D.

Prérequis:

Le/la candidat(e) devra avoir:

- un bon niveau de programmation (notamment Matlab, C++)

- des connaissances en traitement du signal/reconnaissance de formes
- des connaissances en interfaces homme machine
- un goût et intérêt pour les applications 3D/réalité virtuelle et ce qui touche au cerveau
- une expérience en EEG serait un plus (mais n'est pas indispensable)