

Technologie de la réadaptation

Rehabilitation technology

Communications orales

Version française

CO30-001-f

Les interfaces cerveau machine non invasives

P. Marque

Unité 825 Inserm, service de médecine physique et de réadaptation, IRIT, CHU de Purpan, 1, avenue Poulhes, 31059 Toulouse, France
Adresse e-mail : marque.ph@chu-toulouse.fr

Mots clés : Interface cerveau machine ; Non invasive ; Handicap sévère
Les interfaces cerveau machine non invasives sont des systèmes permettant d'enregistrer l'activité EEG à partir d'électrodes posées sur le crâne et d'utiliser ce signal pour piloter des dispositifs de suppléance tels que des claviers de communication ou des fauteuils roulants électriques. Pour cela, ces interfaces utilisent un dispositif informatique capable d'extraire automatiquement certaines caractéristiques de l'activité EEG. Lorsque ces caractéristiques surviennent en réponse à un stimulus on décrit ces interfaces comme synchrones, dans le cas contraire on parle d'interface asynchrone. Trois grands types de réponses peuvent être enregistrés : les potentiels évoqués cognitifs P300, les potentiels végétatifs stables, les réponses fréquentielles. Ces interfaces ne nécessitent aucun geste chirurgical pour leur installation et sont donc à ce titre définies comme non invasives. La fréquence d'acquisition de ces interfaces restent très basses et leur utilisation mobilise toutes les ressources cognitives du patient. Ces caractéristiques font que pour l'instant ce type d'interface ne sont utilisés que transitoirement dans les handicaps moteur extrêmes : SLA, *locked in syndrome*. Par contre, une nouvelle tendance émerge dans la littérature la plus récente dans ce domaine. Ces d'interfaces sont utilisées pour conditionner l'activité cérébrale dans un but rééducatif. La conférence illustrera ces différents points et s'attachera à montrer l'intérêt et les limites des interfaces cerveau machine non invasives.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.867>

CO30-002-f

Les neuroprothèses motrices : fondements et applications

C. Jouffrais

CNRS – UMR5505, institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT), 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse, France
Adresse e-mail : jouffrais@irit.fr

Mots clés : Interface cerveau machine ; Invasive ; Microélectrodes ; Motricité ; Handicap sévère

Depuis la fin des années 1960, la neurophysiologie comportementale a permis de comprendre l'organisation du système moteur des primates, ainsi que de déchiffrer une partie du code neural qui permet d'effectuer les mouvements volontaires. Après un rappel rapide des aires corticales impliquées dans le

contrôle du mouvement volontaire et notamment dans le contrôle du mouvement de la main dirigé vers une cible visuelle, je décrirai la théorie du codage du mouvement par population neuronale. J'expliquerai alors comment ces avancées fondamentales sur le codage du mouvement furent à la base d'une série de travaux récents portant sur les neuroprothèses motrices. Les résultats de ces dernières années montrent qu'il est possible pour un patient lourdement handicapé (tétraplégie suite à une atteinte spinale cervicale par exemple) de contrôler par la pensée différentes aides techniques tels que bras de robot, curseur d'ordinateur, fauteuil roulant ou autres dispositifs.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.868>

CO30-003-f

Navigation en fauteuil roulant électrique avec un simulateur utilisant la réalité virtuelle : de l'intention à l'action

P. Abellard

Service d'handibio, IUT Toulon, université du Sud-Toulon-Var, avenue de l'Université, BP 20132, 83957 La Garde cedex, France
Adresse e-mail : abellard@univ-tln.fr

Mots clés : Fauteuil roulant électrique ; Simulateur ; Réalité virtuelle ; Assistance ; Rééducation

Introduction.– Le simulateur ISIDORE de navigation en fauteuil roulant électrique (FRE) a été développé avec un triple objectif : aider le médecin prescripteur à délivrer « le permis de conduire » d'un FRE ; mettre le patient dans un environnement virtuel pour naviguer sans danger en observant son comportement et en quantifiant des paramètres fonctionnels importants et aider le thérapeute dans l'élaboration de ses actions de rééducation.

Matériel et méthode.– ISIDORE se compose d'une plate-forme utilisable avec n'importe quel FRE du commerce, d'un micro-ordinateur pour l'acquisition des données issues des mouvements des roues et leur traitement pour naviguer dans un environnement virtuel réalisé sous VIRTTOOLS et utilisé avec une station IMMERSAPOD. Il s'agit de faire naviguer le patient dans un environnement connu (hôpital, centre de rééducation, foyer d'accueil, domicile...) en comparant sa trajectoire avec une trajectoire optimisée. Les écarts observés servent à mettre en place diverses assistance à la navigation (visuelles, sonores...).

Résultats.– Le patient peut utiliser 3 modes de fonctionnement : manuel en ayant entièrement le contrôle des commandes ; automatique dans lequel le FRE se comporte comme un robot mobile se déplaçant d'un point de départ vers une destination et semi-automatique dans lequel le patient ne laisse les commandes au fauteuil que lors de situations délicates (passages encombrés, évitement d'obstacles, franchissement de portes...).

Discussion.– L'assistance au pilotage peut exploiter l'inférence des intentions : l'intention préalable (pour la représentation mentale de ce qu'il veut faire) ; l'intention en action (pour la supervision de la réalisation de l'action au niveau macroscopique) et l'intention motrice (pour le contrôle du déroulement de

l'action). Il devient alors possible d'améliorer l'assistance à partir d'une base de règles de logique floue utilisant des données provenant de différents capteurs (angle et vitesse de déplacement de la manette de commande, accélérations, mouvements de la tête, des yeux...).

Pour en savoir plus

Abellard P, Randria I, Abellard A, Khelifa MB, Ramanantsizehena P. Electric wheelchair navigation simulators: why, when, how? *Mechatronic Systems, INTEH*; 2010, p. 161–86.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.869>

CO30-004-f

Développement rapide d'aides techniques pour personnes tétraplégiques

P. Truillet*, P. Raynal, C. Jouffrais

Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT), université Paul-Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France

*Auteur correspondant.

Adresse e-mail : truillet@irit.fr

Mots clés : Handicap ; Interface homme machine ; Aides techniques

Les aides techniques permettent à de nombreuses personnes tétraplégiques d'accomplir des tâches qu'elles ne pourraient pas accomplir sinon : lire leurs mails, changer de chaîne de télévision, etc. Selon Laffont (2008), la possibilité de contrôler son environnement est déterminante pour la qualité de sa réinsertion sociale, familiale et professionnelle. D'autres travaux (Pino, 2000 ; Verdonck, 2009) ont étudié la signification des usages des aides techniques par des personnes tétraplégiques. Cinq grandes catégories ont été ainsi identifiées : l'autonomie, la liberté, la sécurité, du temps pour soi et les relations avec les autres.

Ces travaux suggèrent que ces aides techniques doivent être vues comme un droit fondamental de la personne et réaffirment la nécessité de travailler avec les utilisateurs. Néanmoins, on constate qu'une large proportion des aides techniques sur le marché est peu ou pas utilisée. Ce faible taux d'acceptation s'explique par plusieurs raisons résumées par Philips (1993) et Scherer (1996) : manque d'écoute dans la sélection de l'aide, difficulté d'obtention des aides, performances et changement des besoins du patient.

Le développement récent de technologies à très bas coût (que ce soit matériel comme pour les dispositifs arduino, teensy, raspberry pi, ... ou outils logiciels), l'engouement du public pour le « DIY » (*Do It Yourself* – faites-le vous-même) (Hurst, 2011) et la diffusion des connaissances en interaction homme-machine (IHM) permettent d'affirmer qu'il est possible de concevoir des aides techniques « personnalisées et personnalisables ». De plus, permettre à des utilisateurs handicapés d'être associés aux développements de ces aides peut améliorer l'adoption et la diffusion de ces technologies.

En IHM, un des objectifs du prototypage rapide est de pouvoir tester un certain nombre de solutions innovantes pouvant être utiles aux utilisateurs dans le contexte envisagé. Le retour sur expérience peut alors être par exemple employé pour guider les développements ultérieurs. Nous pensons que ce processus est adéquat pour la conception de systèmes adaptés aux déficiences de par sa souplesse et sa mise en œuvre. Nous illustrerons ce processus au travers d'une expérience menée dans la conception et la réalisation de prototypes matériel et logiciels pour personnes tétraplégiques.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.870>

CO30-005-f

Microélectrodes implantables souples à surface nanostructurée pour la stimulation et l'enregistrement de l'activité cérébrale

E. Descamps*, V. Castagnola, S. Charlot, C. Blatché, C. Bergaud

Équipe nanobiosystèmes, LAAS-CNRS, université de Toulouse, 7, avenue du Colonel-Roche, 31077 Toulouse cedex 4, France

*Auteur correspondant.

Adresse e-mail : emeline.descamps@laas.fr

Mots clés : Aides techniques ; Interfaces cerveau machine ; Technologie

De nombreuses personnes, lourdement handicapées suite à un accident vasculaire cérébral ou à une lésion de la moelle épinière, restent totalement immobilisées. Les dispositifs de BCI, basés sur des connexions fonctionnelles entre le cerveau et des machines, permettent de diriger un curseur sur un écran d'ordinateur dans le but d'utiliser des logiciels, de taper du texte... Ces nouveaux systèmes d'assistance reposent évidemment sur la connaissance du fonctionnement du cerveau mais aussi sur la conception de machines adaptées. L'interface physique entre le cerveau et le système, constituée le plus souvent par des microélectrodes implantables, est un troisième élément fondamental du dispositif dont les propriétés conditionnent directement la qualité de l'enregistrement et de la stimulation.

Actuellement, quel que soit le type de microélectrodes utilisées, deux aspects critiques très pénalisants pour des implantations de longue durée concernent la durée de vie des électrodes, ne dépassant pas quelques mois en général après implantation, et leur biocompatibilité avec un taux de rejet élevé pour de nombreux implants.

Nos travaux combinent la nanostructuration de surface des électrodes et l'utilisation de substrats flexibles favorisant un contact intime neurones-électrodes. Ces approches complémentaires permettent de favoriser la croissance et l'adhérence des cellules neuronales [1]. La modification de l'électrode par un dépôt électrochimique de polymères conducteurs (PEDOT) se traduit par une augmentation de la durée de vie et de la stabilité des électrodes ainsi qu'une meilleure biocompatibilité des dispositifs. De plus le dopage du PEDOT par des nano-objets ou par des composés organiques augmente le rapport signal sur bruit en réduisant l'impédance électrique et en favorisant l'injection de charges électriques ce qui rendra les dispositifs beaucoup plus performants pour stimuler et enregistrer l'activité cérébrale. Nous présenterons nos résultats préliminaires qui montrent que notre approche permet de réduire l'impédance des microélectrodes de plus d'un ordre de grandeur.

Référence

[1] Reichert W. Indwelling neural implants. In: Collection "Frontiers in Neuroengineering". CRC Press; 2008.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.871>

CO30-006-f

Proposition d'une méthodologie d'évaluation des dispositifs d'aide à la déambulation chez le sujet âgé associant observation et paramètres temporels simples

P. Rumeau^{a,*}, V. Pasqui^b, N. Vigouroux^c, L. Saint-Bauzel^b

^aUMR1027, Inserm, laboratoire de gérontechnologie-gérontopôle, université de Toulouse, CHU de Toulouse, 31000 Toulouse, France

^bISIR-Paris 6 Jussieu, Paris, France

^cLaboratoire de gérontechnologie-gérontopôle, IRIT-CNRS, université de Toulouse, Toulouse, France

*Auteur correspondant.

Adresse e-mail : rumeau.p@chu-toulouse.fr

Mots clés : MPR gériatrique ; Tests précliniques ; Robuwalker ; AAL DOME0 ANR/CNSA

Des dispositifs techniques robotisés, aptes à s'adapter à la personne et à l'environnement, sont particulièrement pertinents pour le handicap à la marche du sujet âgé (somme de déficiences locomotrices, cognitives, visuelles...). Ces dispositifs ne rentrent pas dans le LPPR. Une validation médicotéchnique basée sur l'expérimentation doit vérifier, avant essais cliniques, si le dispositif couplé à un usager réalise la fonction demandée.

Méthode.– Quatre volontaires âgés sains et 4 patients âgés avec trouble de la marche ($v < 1$ m/s, Timed Get Up [TGUG] > 13 s) et cognitifs (MMSE < 26) ont réalisé 3 essais de 4 M puis TGUG (si succès au 4 M) avec leur mode usuel (U), puis un déambulateur standard (S), puis l'automate Robuwalker (rW) motorisé à commande par boutons aux poignées, test filmés par une caméra.

Résultats.– Chez les sujets sains comme les patients : il n'y a pas de différence sur le 4 M entre le mode de déplacement usuel et le déambulateur standard, avec le rW le temps est augmenté de façon plus importante chez les sujets sains (X5 à 10 contre 2 à 3). Une patiente a échoué à utiliser l'interface du rW dès le 4 M. La durée du pas augmente chez les sujets sains de 1,8 à 3,4× entre S et rW contre