

Groupe National de R&D sur les interfaces cerveau-machine Compte-rendu de la journée thématique : « projets collaboratifs »

27 mai 2014, 10h-17h — salle Atrium RC37¹, UPMC Campus de Jussieu, Paris 5ème.

L'objectif de cette première journée thématique était de faire un état des lieux des recherches collaboratives en cours, notamment dans le cadre de projets ANR. Le groupe avait souhaité que la plupart des disciplines fondamentales et/ou cliniques et que toutes les technologies concernant les BCI soient évoquées lors de cette première réunion.

Elle a réuni plus de quarante participants qui ont assisté à 7 exposés puis échangé lors d'une table ronde. Ce compte-rendu présente le résumé des exposés, les principaux sujets de discussion abordés lors de la table ronde et enfin quelques perspectives d'action que le groupe envisage à court terme.

1 résumés des exposés

Maureen CLERC, INRIA Sophia Antipolis

«Co-adaptation utilisateur/système dans les interfaces cerveau-machine»

Le projet CoAdapt a été financé par l'ANR (programme DEFIS) sur la période 2009-2013. Son objectif était de développer des techniques de co-apprentissage utilisateur/interface dans le contexte applicatif particulier des BCI. Le consortium regroupait cinq partenaires : 2 équipes INRIA (Athena et Sequel), l'unité 1028 de l'INSERM et deux laboratoires de l'Université Aix-Marseille (LNC et LATP). Le « bandit manchot » stochastique est le modèle computationnel qui a servi de base pour le développement des méthodes d'apprentissage par renforcement proposées et évaluées durant le projet CoAdapt. Du point de vue applicatif, l'une des expérimentations avait notamment comme objectif de sélectionner la tâche d'imagerie motrice permettant de maximiser la taux de bonne classification lors d'une catégorisation « en ligne » de l'état mental de l'utilisateur.

David ORLIKOWSKI, Hôpital Raymond Poincaré

«RoBIK : les BCI passent du laboratoire au lit du patient»

Le projet RoBIK a été financé par l'ANR (programme TECSAN) sur la période 2009-2012. Son objectif était de transférer les techniques de communication palliative, notamment le clavier virtuel P300 speller, vers le « lit du patient » dans un contexte clinique. Le consortium regroupait 5 partenaires : le CICIT de l'APHP Garches, l'entreprise DIXI microtechniques, le LETI du CEA, le laboratoire GIPSA et l'AFM. L'exposé a porté plus précisément sur deux des 6 workpackages du projet : le WP2 qui visait à définir les besoins spécifiques des patients tétraplégiques non communicants accueillis par un service hospitalier d'urgence et le WP5 dont l'objectif était de spécifier les modalités de recueil des signaux EEG.

Jérémie MATTOUT, INSERM Lyon

«Projet MEEGAPERF : vers un Monitoring EEG de la performance»

Le projet MEEGAPERF est financé par le programme RAPID de la DGA, sur la période 2011-2014 avec une prolongation sur 2015. Son objectif est de réaliser un monitoring des performances d'un utilisateur, au travers de l'analyse de marqueurs électrophysiologiques, afin d'anticiper des baisses potentielles des capacités cognitives ou physiques. Le consortium regroupe 4 partenaires : Physip, Télécom ParisTech, l'équipe DYCOG de l'unité INSERM 1028 le laboratoire CRIS de l'Université Lyon 1. L'exposé a porté à la fois sur les marqueurs d'états mentaux mis en évidence dans l'EEG, les méthodes de traitement — par logique floue et

1. <http://www.locations.espaces.upmc.fr/>

analyse temporelle multi-échelles — et sur l'application à la détection anticipée ou la prédiction d'un état de somnolence de l'utilisateur.

Lionel ROUSSEAU, ESIEE Paris

«Contribution au développement de nouvelles matrices de microélectrodes (MEA) pour l'in-vitro et l'in-vivo»

Le projet Neurocom a été financé par réseau de recherche en micro et nano technologies (RMNT) sur la période 2003-2006 et le projet HOPE par l'ANR (programme blanc) sur la période 2007-2010. Dans le cadre du projet Neurocom, plusieurs matrices de micro-électrodes (MEA) ont été développées (64, 256 et 1024 électrodes) et testées à la fois pour la stimulation et l'enregistrement in vivo. Les matrices comportant 256 électrodes ont atteint un niveau de maturité suffisant pour autoriser une utilisation clinique, notamment pour les implants rétiniens. Le problème de l'augmentation de la stabilité sur le long terme des électrodes a été exploré dans le cadre du projet HOPE, au moyen d'un matériau poreux. Différentes configurations d'électrodes ont été testées pour la stimulation uni-, bi- et tripolaire.

Jean PORCHEROT, CEA-LETI

«Système d'acquisition EEG»

Le système d'acquisition et de traitement de données EEG développé par le LETI a été exploité dans plusieurs projets collaboratifs présentés dans les exposés précédents, comme Neurocom et RoBIK. Le cœur du système est un ASIC intégrant à la fois les fonctionnalités dédiées à l'échantillonnage de 256 signaux et à la stimulation. Des compléments matériels à cet ASIC permettent par exemple l'envoi des données recueillies vers un système de traitement au travers d'une liaison sans fil. Du point de vue plus applicatif, des modules logiciels peuvent être ajoutés à ce système en vue de constituer une plate-forme complète d'acquisition et de traitement, comme la RoBIK-box.

Corinne MESTAIS, CEA-LETI

«Plateforme BCI basée sur l'implant d'enregistrement ECoG WIMAGINE pour contrôler un exosquelette 4 membres (EMY)»

Le projet présenté lors de cet exposé ne fait intervenir qu'une seule entité de recherche, mais qui est fondamentalement multi-disciplinaire : CLINATEC. L'objectif de ce projet est de développer un exo-squelette contrôlé par des commandes élaborées à partir des signaux ECoG enregistrés par un implant semi-invasif (Wimagine). Un examen par MEG et IRM pré-opératoire permet de définir la zone optimale pour l'implantation. L'alimentation de l'implant et le transfert des données sont réalisés sans contact, au moyen d'un casque intégrant des antennes. La chaîne d'acquisition et de traitement a été testée en grandeur réelle sur un primate en vue de contrôler le bras de l'exosquelette. Reste à résoudre le problème de l'équilibre de l'exosquelette lors de la marche avant de passer à une expérimentation sur l'humain.

Blaise YVERT, INSERM

«Neuroprothèses et interfaces cerveau-machine invasives pour la réhabilitation»

Le premier projet présenté, HYRENE, est financé par l'ANR. Il vise à stimuler la moelle épinière en dessous d'une lésion qui entraîne une paraplégie en vue de rétablir une alternance de mouvements des membres inférieurs, première étape vers une récupération de la marche. Ce procédé a pour l'instant été validé par des expériences réalisées in vitro. Le deuxième projet vise à l'utilisation d'une interface cerveau-machine pour le contrôle d'un synthétiseur vocal pour des patients ayant perdu l'usage de la parole. Le synthétiseur est développé par le GIPSA et les enregistrements des signaux corticaux sont réalisés au CHU de Grenoble. A l'issue de l'exposé, une discussion a permis d'évoquer les verrous technologiques et les interrogations éthiques relatifs à l'utilisation de technologies invasives pour la réhabilitation.

2 Table ronde

La table ronde s'est déroulée sous la forme d'une discussion informelle qui a fourni des éléments de réponse à plusieurs questions d'ordre général posées brièvement en introduction :

- en plus des missions (recensement, réseautage) confiées par l'ITMO au groupe BCI dans le cadre de sa mission de 2 ans, quelles actions peuvent être envisagées ?
- qu'attendez-vous concrètement de la part d'un groupe BCI national à court et moyen terme ?
- quelle(s) contribution(s) pouvez vous apporter, à titre individuel ou avec l'appui de de votre structure, au fonctionnement du groupe BCI ?

Il est impossible de relater avec précision le contenu des discussions (malgré les notes d'excellente qualité prises par Claudine Lecocq, merci !) donc ce compte-rendu ne reprend que quelques points concrets et quelques questions ouvertes qui peuvent nous aider à guider l'activité du groupe à moyen terme. Ces points sont regroupés par rubriques qui ne correspondent pas forcément à l'ordre chronologique des discussions auxquelles ils ont donné lieu.

2.1 recensement de l'existant

Le groupe doit réaliser une cartographie des « acteurs » du BCI en France : qui fait quoi et où ? quel laboratoire ou quel service dispose de quelle(s) compétence(s) ? Cela nécessite une première itération de recensement et d'affichage (cf. rubrique sur le site web).

Doit-on recenser cette activité uniquement au niveau national, ou également au niveau international ? Dans le deuxième cas, comment afficher les informations relatives aux activités d'autres groupes sans redondance ? Faut-il plusieurs « niveaux » d'affichage des résultats du recensement ?

Il est également nécessaire de recenser les formations (master ou unités d'enseignement), les logiciels utilisés (notamment OpenVIBE), les algorithmes déjà programmés et disponibles en opensource, les bases de données déjà constituées, etc.

2.2 constitution d'une association loi 1901

Créer une association permettrait de pérenniser l'action du groupe après la fin de la mission de 2 ans. On pourrait se baser sur l'expérience acquise par d'autres associations thématiques françaises, par exemple l'AFRIFH, l'AFRV, l'AFIHM, l'IFRATH, etc.

Nécessité d'élaborer des statuts, de définir un bureau initial (président, trésorier, secrétaire général) et de fixer clairement les objectifs de l'association. Il est nécessaire que certains s'investissent à titre personnel dans ce processus de création.

On peut également envisager d'assurer la pérennité de l'association et le renouvellement simplifié de ses membres en faisant intervenir des personnes morales comme « membres fondateurs » (exemple de l'IFRATH).

Il faut distinguer l'aspect juridique et l'aspect opérationnel (mode de fonctionnement). Le fonctionnement officiel peut être minimaliste : par exemple, statutairement l'association française de neurophysiologie est gérée par une « direction tournante » et organise une simple réunion annuelle.

Questions : 1) une association internationale de R&D sur les BCI est en cours de constitution. Comment doit-on se positionner vis-à-vis de cette association ? 2) il existe une association nationale sur le neurofeedback (ADNF : Association pour la Diffusion du Neurofeedback en France). Comment se positionner vis-à-vis de cette association ?

A l'issue de la table ronde, aucune décision n'a été prise concernant les deux options : 1) créer l'association au plus vite et voir ce que ça donne ; 2) laisser le groupe fonctionner sous sa forme actuelle et créer l'association quand les « porteurs » les plus actifs seront identifiés.

2.3 site web et contenu

Un site web est indispensable pour assurer une communication efficace des informations recensées et pour stimuler les activités collectives. Il devrait faire apparaître la description géographique des recensements ; permettre de diffuser des annonces et des offres d'emploi ; un intranet pourrait permettre d'accéder aux bases de données ou aux liens vers ces bases.

Faut-il utiliser une structure de type wiki ou un site plus standard ? L'avantage du wiki est la simplicité des contributions, le désavantage est la difficulté de standardiser la présentation des informations et de les

filtrer (par qui ? selon quels critères ?).

Nataliya Kosmyna propose de mettre en place un site « proof of concept » en reproduisant ce qui existe pour d'autres associations². Il faut en plus trouver des correspondants pour gérer des aspects spécifiques : liste de diffusion (déjà fait) ; liste des publications sous la forme d'une collection sur HAL ; etc.

Faut-il reproduire des fonctionnalités ou des données déjà existantes sur d'autres sites (ex : liste des conférences déjà gérée par Fabien Lotte, liste des bases de données déjà gérée par Arnaud Delorme) ou référencer ces sites ? La plus value apportée par le groupe pourrait consister à enrichir ces listes, par exemple en ajoutant des commentaires et des méta-données.

Le site pourrait mettre des documents et des cours en ligne. Question : qui élabore le contenu ? On reboucle avec la nécessité de réaliser une cartographie des formations et des unités d'enseignement : le site pourrait également servir de portail vers ces formations déjà existantes.

Se pose également la question de l'hébergement « stable » et de la gestion pérenne du site web : on en revient à la question de la création d'une association.

2.4 organisation de manifestations scientifiques

Comment le groupe peut-il contribuer à susciter des interactions entre communautés en organisant des manifestations scientifiques ? Faut-il rester sur le schéma de réunions thématiques auxquelles tout le monde est invité ? Faut-il s'orienter vers l'organisation de workshops associés à des colloques ou conférences de portée internationale ?

Il serait intéressant de s'associer aux réunions annuelles qui sont déjà organisées par certaines communautés, car les mêmes participants « reviennent » systématiquement à ces réunions, ce qui favorise la continuité et la pérennité des activités.

L'objectif des manifestations n'est pas uniquement de stabiliser une communauté, mais également d'inciter d'autres spécialistes à participer afin de faire potentiellement émerger d'autres thématiques (exemple de l'expérience du GDR multi-électrodes qui a intégré des théoriciens après qu'ils aient été invités à participer à une journée).

Il ne faut pas oublier également l'aspect lié à la formation des « jeunes » qui intègrent les laboratoires. Cela permet de compléter une formation initiale en général très peu spécialisée sur les BCI (exemple de la formation à Nancy en 2011, qui a affiché « complet » très rapidement). Une formation à dédiée à l'utilisation d'OpenVIBE a également été évoquée.

Dans tous les cas, il faut identifier un porteur qui s'implique personnellement dans l'organisation, car le réseau ne pourra pas vivre sans s'appuyer sur des relais forts disponibles dans chaque communauté.

A court-terme, Maureen Clerc propose d'assurer le relais pour l'organisation d'un challenge BCI en parallèle avec la conférence EMBS qui se déroulera à Montpellier à la fin du mois d'avril 2015.

Une longue discussion a porté sur la possibilité d'organiser un événement spécifique à la communauté BCI française, durant au minimum deux ou trois jours. Ce type de manifestation permettrait de « se compter » et de réaliser un bilan complet des activités. Ce serait l'occasion de poser des questions et de se définir des priorités d'action.

Il est également possible d'envisager des journées « bi-nationales » durant lesquelles on échangerait sur les pratiques mises en œuvre dans deux pays (exemple : France-Italie ou France-Allemagne).

2.5 questions et propositions diverses

Il a été évoqué une possibilité de fédérer les activités de R&D autour de deux « gros projets » permettant à tous ceux qui le souhaitent de passer vers le lit du patient, soit au travers de techniques EEG de surface, soit au grâce à une approche implantée.

Quel doit être le positionnement du groupe BCI par rapport aux autres instances ? (GDR, etc.) Doit-on structurer le groupe en interne ? (par exemple en catégorisant les activités : EEG, implanté, algos, applications, etc.)

Quelle langue faut-il utiliser lors des réunions ? Certaines communautés organisent systématiquement leurs réunions en anglais. En revanche, l'utilisation exclusive de l'anglais interdirait l'interaction avec des communautés ou des associations typiquement nationales, où la langue française est utilisée systématiquement (ex : associations d'utilisateurs, cliniciens, etc.).

2. ce site temporaire est accessible à l'URL :<http://afico.eu/>

3 Conclusion et perspectives

A l'issue de la table ronde, on constate que beaucoup d'idées et de possibilités ont été évoquées, mais qu'il s'agit de prioriser afin d'être efficaces.

Une proposition raisonnable consisterait à organiser une réunion annuelle « plénière » ainsi que deux réunions thématiques adossées ou non à des réunions de GDR.

Le comité d'organisation de la réunion plénière serait le « noyau » du groupe BCI. Pour les réunions thématiques organisées conjointement avec un GDR, il faudrait également un correspondant local appartenant à la communauté.

La réunion suivante pourrait se dérouler mi-octobre et être adossée aux journées du GDR multiélectrode.