

<http://prevert.upmf-grenoble.fr/SpecialiteSC/index.htm>

## **FORMULAIRE DE PROPOSITION DE SUJET DE STAGE**

### **A faire parvenir avant le 1 décembre 2009 au :**

Secrétariat du Master IC<sup>2</sup>A - Sciences Cognitives  
Grenoble INP  
46 Av. Félix Viallet  
38031 Grenoble Cedex  
Tél : 04 76 57 48 24 email : Razika.Hammache@inpg.fr

### **1 – Informations concernant l'entreprise, la société, le laboratoire :**

Nom de l'organisme d'accueil : TIMC-IMAG, UJF/CNRS UMR5525  
Lieu du stage : Laboratoire des Techniques de l'Ingénierie Biomédicale et de la Complexité –  
Informatique et Mathématiques Appliquées, Grenoble (TIMC-IMAG)  
Adresse : Faculté de Médecine de Grenoble, Domaine de la Merci, 38710, La Tronche  
Pays : France  
Site internet de l'organisme : <http://www-timc.imag.fr/?lang=fr>  
Téléphone : +33 (0)4 56 52 01 08  
Adresse électronique : [celine.fontant@imag.fr](mailto:celine.fontant@imag.fr)

### **2 – Responsable scientifique de l'étudiant pendant le stage :**

Nom : Glade Nicolas (et Nicolas Vuillerme (co-responsable))  
Fonction : MCU UJF, UFR Polytech' Grenoble (et MCU UJF, UFR-APS)  
Tél : 04 56 52 00 26 (et +33 (0)4.76.63.71.04) Fax : +33 (0)4.76.63.74.66  
Email : [nicolas.glade@imag.fr](mailto:nicolas.glade@imag.fr) (et [nicolas.vuillerme@imag.fr](mailto:nicolas.vuillerme@imag.fr))  
<http://membres-timc.imag.fr/Nicolas.Glade/> (et <http://membres-timc.imag.fr/Nicolas.Vuillerme/>)

### **3 – Responsable administratif de l'étudiant pendant le stage (personne à laquelle doit être adressée la convention de stage)**

*Une convention de stage sera établie entre l'étudiant, l'organisme d'accueil et Grenoble INP*  
Nom : Céline Fontant (ou Nicolas Glade)  
Service : Direction (respectivement, Equipe TIMB)  
Fonction : Secrétaire du laboratoire TIMC-IMAG (resp. MCU)  
Tél : +33 (0)4 56 52 01 08 (resp. 04 56 52 00 26) Fax : +33 (0)4 56 52 00 44  
Email : [celine.fontant@imag.fr](mailto:celine.fontant@imag.fr) (resp. [nicolas.glade@imag.fr](mailto:nicolas.glade@imag.fr))

### **4 – Dates de stage :**

- du 1 février au 30 juin 2010

## 5 – Sujet de stage :

- Titre : **Electro-stimulation linguale et perception visuelle 3D**

- Résumé du sujet (20 lignes maximum) :

Un des axes de recherche développé au sein du laboratoire TIMC-IMAG vise la mise au point et la validation de dispositifs biomédicaux dédiés à la prise en charge du handicap sensori-moteur. Nous avons centré nos travaux sur l'utilisation d'un dispositif d'électro-stimulation linguale ("Tongue Display Unit", TDU) et développé deux dispositifs de suppléance vestibulo- et tactilo-tactile, qui consistent à capter, respectivement, les mouvements de la tête et les distributions des pressions plantaires ou fessières et à renvoyer cette information à la personne via une matrice d'électrodes contrôlées individuellement et maintenues en contact avec la surface supérieure de la langue. Ces deux dispositifs sont actuellement utilisés dans le cadre de la prévention des escarres chez les blessés médullaires et des chutes chez la personne âgée et/ou déficiente. Nous envisageons désormais d'utiliser le TDU pour développer un dispositif de substitution visuelle dédié à l'amélioration de la perception visuelle 3D des personnes aveugles ou déficientes visuelles. Cette nouvelle application fait l'objet du sujet de Master proposé, qui vise précisément la mise au point et la validation d'une plateforme logicielle de substitution visuelle 3D. D'une manière générale, nous proposons de projeter des signaux 3D sur la matrice TDU, comme c'est le cas pour les applications 3D sur écran d'ordinateur. Le TDU étant composée de 12 x 12 électrodes, la localisation, le nombre, la séquence, l'intensité et la fréquence des électrodes activées devront être codés, avec un codage adapté, afin de renseigner au mieux l'utilisateur, des caractéristiques spatiales de la scène visuelle. A cet effet, un pipeline graphique a d'ores et déjà été développé. Il est simple d'utilisation, adapté et dédié au TDU sous la forme d'une bibliothèque. Le travail proposé consistera dans un premier temps à développer un ensemble d'applications logicielles se fondant sur la bibliothèque existante et, dans un second temps, à évaluer l'efficacité de différents types de codage de l'information 3D au moyen d'études psychophysiques et comportementales menées sur sujets sains et personnes aveugles.

- Contexte général :

Un des axes de recherche développé au sein du laboratoire TIMC-IMAG vise la mise au point et la validation de dispositifs biomédicaux dédiés à la prise en charge du handicap sensori-moteur. L'originalité de notre démarche est d'exploiter le paradigme de « substitution sensorielle » [1] qui suppose que l'information d'un système sensoriel défectueux (e.g., la vision) peut être (i) saisie par un capteur artificiel (e.g., une caméra), (ii) transformée en une autre stimulation physique qui peut être utilisée par un système sensoriel intact (e.g., le système tactilo-kinesthésique), et (iii) acheminée vers le système nerveux central via les voies correspondantes (e.g., les voies somesthésiques). Nous avons centré nos travaux sur l'utilisation d'un dispositif d'électro-stimulation linguale ("Tongue Display Unit") [2] et développé deux dispositifs de suppléance vestibulo- [3] et tactilo-tactile [4], qui consistent à capter, respectivement, les mouvements de la tête et les distributions des pressions plantaires ou fessières et à renvoyer cette information à la personne via une matrice d'électrodes contrôlées individuellement et maintenues en contact avec la surface supérieure de la langue. Ces deux dispositifs sont actuellement utilisés dans le cadre de la prévention des escarres chez les blessés médullaires (personnes paraplégiques ou tétraplégiques) et des chutes chez la personne âgée et/ou déficiente (personnes amputées de membres inférieurs et vestibulo-lésées) [5,6].

Dans la continuité des travaux initiés par Bach-y-Rita [2], nous envisageons désormais d'utiliser le TDU pour développer un dispositif de substitution visuelle dédié à l'amélioration de la perception visuelle 3D des personnes aveugles ou déficientes visuelles (e.g., personnes atteintes de dégénérescence maculaire liée à l'âge). Cette nouvelle application fait l'objet du sujet de Master proposé.

- Objectif du stage :

D'une manière générale, nous proposons de projeter des signaux 3D (statiques ou dynamiques) sur la matrice d'électrostimulation linguale, comme c'est le cas pour les applications 3D sur écran d'ordinateur. La matrice linguale étant composée de 12 x 12 électrodes, la localisation, le nombre, la séquence, l'intensité et la fréquence des électrodes activées devront être codés, avec un codage adapté, afin de renseigner au mieux l'utilisateur, des caractéristiques spatiales de la scène visuelle. A cet effet, un pipeline graphique (de type OpenGL) a d'ores et déjà été développé. Il est simple d'utilisation, adapté et dédié au TDU sous la forme d'une bibliothèque.

L'objectif de ce stage de Master est double. Il consistera dans un premier temps à développer un ensemble d'applications logicielles se fondant sur la bibliothèque existante. Il visera dans un second temps à évaluer l'efficacité de différents types de codage de l'information 3D au moyen d'études psychophysiques et comportementales menées sur sujets sains et personnes aveugles, notamment par des tests de reconnaissance de formes 3D ou d'orientation du sujet dans l'espace 3D projeté.

#### - Type de travail et résultats attendus

Le type de travail est mixte : il s'agira d'un travail couplant la conception logicielle à l'expérimentation (utilisant ces logiciels) sur sujet sains ou non voyants. Si la réalisation des applications logicielles fera intervenir les compétences de programmation du candidat, ce dernier devra aussi réfléchir à la conception de ces applications comme plates-formes d'expérimentation. Ces études,

conduites également par le candidat, consisteront à évaluer si et dans quelles mesures des sujets sains ou aveugles sont capables de percevoir une scène visuelle statique ou dynamique 3D produites par électrostimulations linguales consistant en des envois de signaux 3D statiques (ex: primitives géométriques 2D dans l'espace 3D, ou 3D) ou dynamiques (ex: plan mobile, vecteurs ...).

Les résultats attendus sont d'une part la mise au point de la plate-forme logicielle d'expérimentation et d'autre part sa validation par la synthèse des données acquises, comportementales et psychomotrices. Sur le plan fondamental en sciences cognitives, ces travaux originaux, rapidement valorisables, devraient contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents à la substitution sensorielle visuelle en 3 dimensions. Sur un plan appliqué, ces résultats pourraient par la suite (thèse) permettre la mise au point d'un dispositif de substitution visuelle dédié à la restauration ou l'amélioration de la perception visuelle 3D des personnes aveugles ou déficientes visuelles.

#### - Compétences requises :

Le candidat devra posséder de bonnes compétences en programmation informatique, notamment en C++. Les applications sont développées avec la bibliothèque wxWidgets et font appel à de la programmation graphique avec OpenGL. Un savoir-faire minimal dans la conception d'applications GUI utilisant des bibliothèques telles que wxWidget, Qt, FLTK ... serait également appréciable (non requis cependant).

#### - Bibliographie :

- [1] Bach-y-Rita P, Collins CC, Saunders FA, White B, Scadden L. Vision substitution by tactile image projection. *Nature*. 1969;221:963-4.
- [2] Bach-y-Rita P, Kaczmarek KA, Tyler ME, Garcia-Lara J. Form perception with a 49-point electro tactile stimulus array on the tongue: a technical note. *J Rehabil Res Dev*. 1998;35:427-30.
- [3] Vuillerme N, Cuisinier R. Head position-based electro tactile tongue biofeedback affects postural responses to Achilles tendon vibration in humans. *Exp Brain Res*. 2008;186:503-8.
- [4] Vuillerme N, Chenu O, Pinsault N, Fleury A, Demongeot J, Payan Y. Can a plantar pressure-based tongue-placed electro tactile biofeedback improve postural control under altered vestibular and neck proprioceptive conditions? *Neuroscience*. 2008;155:291-6.
- [5] Vuillerme N, Chenu O, Pinsault N, Moreau-Gaudry A, Fleury A, Demongeot J, Payan Y. Pressure sensor-based tongue-placed electro tactile biofeedback for balance improvement--biomedical application to prevent pressure sores formation and falls. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2007;2007:6114-7.
- [6] Vuillerme N, Pinsault N, Fleury A, Chenu O, Demongeot J, Payan Y., Payan P. Effectiveness of an electro-tactile vestibular substitution system in improving upright postural control in unilateral vestibular-defective patients. *Gait Posture* 2008 (doi:10.1016/j.gaitpost.2008.05.017).

#### - Possibilité de poursuite en thèse :

Ce sujet de stage de Master est extensible à une thèse. Au cours de cette thèse, il s'agira d'explorer davantage la perception de l'espace 3D, en se fondant toujours sur l'exploitation du paradigme de substitution visuelle, notamment par des études supplémentaires incluant des approches d'imagerie médicale (notamment IRM). De plus, nous souhaitons développer ce dispositif (voir plus haut) de substitution visuelle 3D en le couplant à des systèmes de géolocalisation (GPS, radiolocalisation GSM ou bluetooth, inclinométrie, accélérométrie, ...) sur lesquels nous travaillons au laboratoire TIMC (équipes AFIRM et GMCAO). Nous cherchons à restituer une certaine perception visuelle à des individus non voyants et nous visons ainsi leur autonomie de repérage et déplacement.

Date de la proposition : 05/10/2009

Signature du responsable scientifique  
