

La mobilité au bout des yeux (CWI)

Julien Torrent, François Rey, Nicolas Frick, Arnaud Geiser
Fondation Suisse pour les Téléthèses, www.fst.ch, www.fstlab.ch, novembre 2013

Résumé

Qui n'a jamais rêvé de marcher, puis de s'élancer, de voler et de ressentir un sentiment d'extrême liberté ? Certaines personnes polyhandicapées de naissance, n'ont jamais pu marcher. Nous allons ci-après définir la démarche de base et les réflexions qui ont initié ce projet, portant sur la réalisation d'une conduite de fauteuil roulant électrique par les yeux. Le système sera présenté puis les expérimentations de terrain détaillées, pour aboutir à la version finale de CWI.

Introduction

Imaginez un instant n'avoir jamais pu faire l'expérience de la mobilité physique, n'avoir jamais pu faire vos premiers pas, ne jamais avoir pu vous déplacer vous-même sans l'aide et la bonne volonté d'une autre personne. Comment percevriez-vous le monde qui vous entoure ? Et les personnes autour de vous qui sont autonomes, qui peuvent se déplacer où bon leur semble, à leur gré ? Vous ressentiriez certainement une véritable frustration et une profonde injustice. Le projet est issu de ces réflexions.

Depuis nombre d'années, la Fondation Suisse pour les Téléthèses (FST), maîtrise les systèmes de pilotage oculaire de l'ordinateur. En 1997, la FST était précurseur dans ce domaine, avec le développement du Visioboard, en collaboration avec la société Métrovision de Lille. Depuis, les technologies ont évolué et les systèmes se sont diversifiés.

D'autre part, les fauteuils roulants électriques existent depuis bien longtemps, avec différentes interfaces de pilotage : système de balayage 4 directions, commandes occipitales, au menton, cérébrale, etc... Mais, jusque-là, aucun moyen n'existe pour se déplacer physiquement avec les yeux. Aucun

lien n'existe entre un système oculaire et un fauteuil roulant électrique.

L'objectif du projet « Computer Wheelchair Interface » (CWI) est de combler ce vide, en développant une interface permettant de déplacer un fauteuil roulant électrique avec les yeux. Grâce à l'interface CWI, une nouvelle sorte de mobilité est née.

Installation du dispositif

CWI est composé de plusieurs périphériques, il est spécialement conçu pour les fauteuils roulants électriques compatibles « R-Net », qui représentent la majorité des fauteuils roulants électriques disponibles en Suisse. Pour pouvoir fonctionner correctement, CWI doit disposer des éléments suivants :

- Le système de pilotage oculaire de l'ordinateur, monté directement sur le fauteuil roulant électrique à l'aide d'un bras de fixation adaptée, permettant de maintenir le système à bonne distance, soit entre 40 et 80 centimètres selon l'utilisateur.
- L'arrière du système de pilotage oculaire de l'ordinateur doit être équipé qu'une webcam. Elle permettra de rendre l'écran « transparent ».

- Le boîtier « in/ou module R-Net », livré par le fournisseur du fauteuil roulant, permet le branchement d'un joystick alternatif.
- Le boîtier CWI se branche d'un côté à l'entrée du boîtier « R-NET » et de l'autre au système oculaire, via USB.



Boîtier CWI

- La source électrique, quant à elle, est puisée directement sur la batterie du fauteuil roulant, permettant ainsi une mobilité totale, en fournissant l'énergie nécessaire au système oculaire, boîtier CWI et module R-Net.

Sur le système oculaire est installé un logiciel, qui permet l'affichage de l'image transmise par la webcam frontale, avec en incrustation vidéo les items que l'utilisateur pourra utiliser pour se déplacer (direction, vitesse, marche/arrêt, fermeture du système de conduite).

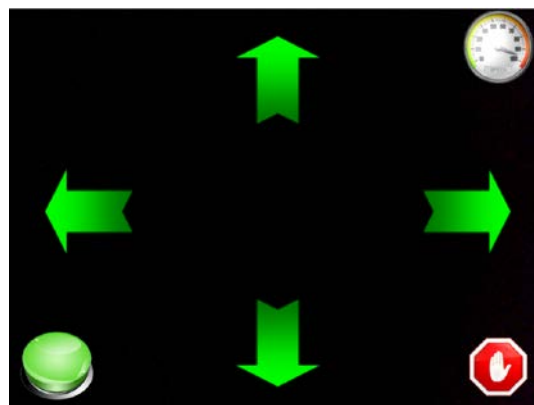
CWI est compatible avec tous les systèmes oculaires permettant de piloter un ordinateur (Aléa, Mytobii, Seetech, Quick Glance, Erica, etc.). CWI peut aussi être utilisé avec des systèmes non-oculaires, tels que : Headmouse, Integramouse, tout autre système de pointage ou même à distance (TeamViewer, VNC, ...). Cependant c'est en utilisation oculaire que CWI révèle son plus grand potentiel et sa plus grande utilité dans le domaine du handicap.

Utilisation et configuration

Dans un premier temps, l'utilisateur calibre le système oculaire, comme il le ferait classiquement sur n'importe quel système oculaire de ce type. L'application CWI est ensuite démarrée, donnant libre accès à l'interface de pilotage. Il suffit à l'utilisateur de fixer du regard l'item correspondant pour que le fauteuil se déplace dans la direction désirée.

Le menu de configuration donne la possibilité de gérer 3 modes de conduite oculaire. En situation réelle, le fond noir des illustrations suivantes est évidemment remplacé par l'image projetée par la webcam :

- « 4 directions » : comme son nom l'indique, seules 4 flèches de direction permettent le pilotage du fauteuil roulant (en avant, à droite, à gauche, en arrière, à gauche).



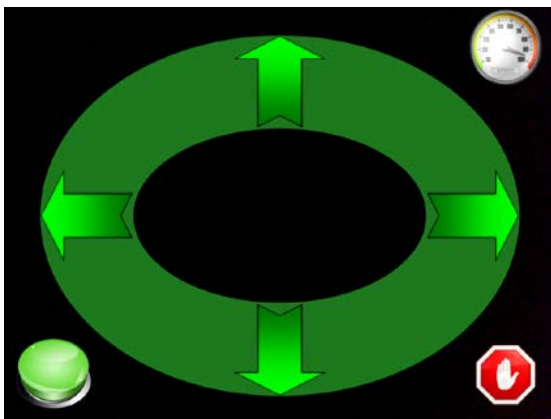
Aperçu du mode 4 directions

- « bandes » : 4 bandes de direction permettent le pilotage du fauteuil roulant (en avant, à droite, à gauche, en arrière, à gauche). Ces barres peuvent être affichées ou masquées de manière indépendante, au besoin.



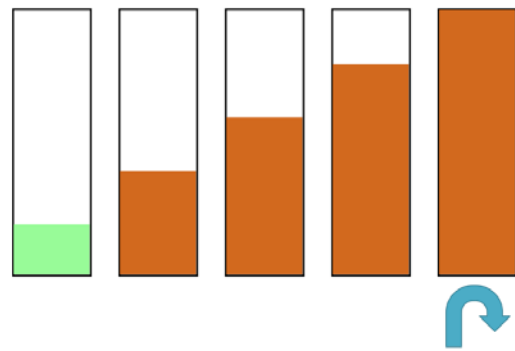
Aperçu du mode bandes

- « proportionnel » : affiche une ellipse de taille réglable, avec ce mode l'on est plus lié à uniquement 4 directions mais offre beaucoup plus de sensibilité avec 80 directions possibles, permettant une correction et une finesse de trajectoire accrue.



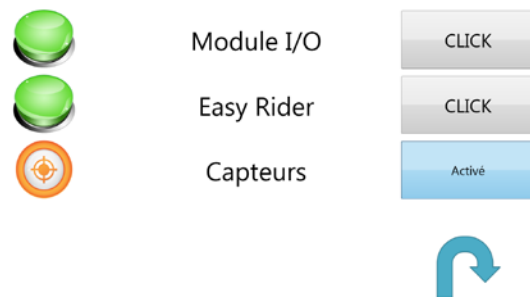
Aperçu du mode proportionnel

Sur l'interface, l'icône tout en haut à droite, que l'on peut afficher ou masquer via la configuration, permet de régler la vitesse du fauteuil. Les 5 indicateurs représentant chaque fois 20% de la puissance totale disponible. L'utilisateur peut lui-même modifier sa vitesse à sa guise, si cette option est activée.



Gestion de la vitesse

L'icône en bas à gauche de l'interface, que l'on peut afficher ou masquer via la configuration, permet le pilotage de deux contacteurs externes ainsi que l'activation ou la désactivation des capteurs de proximité.



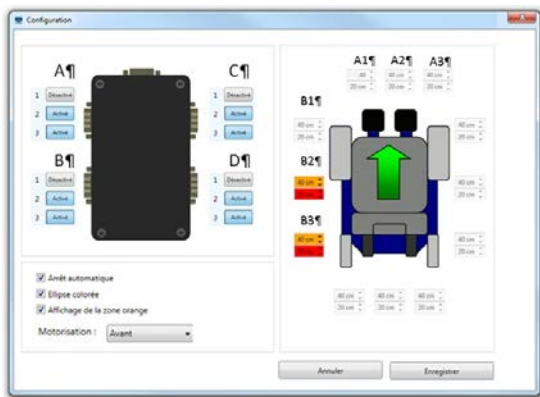
Gestion des contacteurs et capteurs

L'icône en bas à droite de l'interface, que l'on peut afficher ou masquer via la configuration, permet à l'utilisateur de quitter l'application pour revenir à une autre activité, par exemple sur son système de communication.

Différentes sécurités ont été implémentées pour gérer les éventuelles déconvenues qui pourraient apparaître :

- Si l'utilisateur ne regarde plus la zone verte, le système se stoppe.
- Si le regard est maintenu fixe, au pixel près, durant x secondes (configurables), le système se stoppe.
- Un contacteur externe permet l'arrêt du système par un utilisateur tiers.
- Des capteurs de proximité, au nombre de 12, peuvent être ajoutés, définissant des zones auxquels le fauteuil doit avertir ou stopper l'utilisateur. Le boîtier CWI permet le branchement de 4

« tentacules » de trois capteurs optionnels de proximité infrarouges.



Configuration des capteurs de proximité



Tentacule CWI de 3 capteurs IR

d'effectuer les tests de fonctionnement des prototypes, en laboratoire uniquement, avec des développeurs eux-mêmes durant la fin 2010. Ces différents tests nous ont permis de nous rendre compte des forces et faiblesses du système, tout en nous donnant la possibilité de pouvoir rapidement corriger les bugs de jeunesse et éventuelles instabilités. Dès le système jugé fiable, nous avons procédé aux différents tests de terrain.

Développement et expérimentation de terrain

Le cahier des charges fonctionnel avait été réalisé en 2008. Mais le développement a lui débuté en juin 2010, avec François Rey, ingénieur EPF en microtechnique, en collaboration avec la société Ortho-Reha Wallner ainsi que l'institution Clair-Bois Chambésy. Différentes adaptations ont été ensuite réalisées du côté hardware par Nicolas Frick et du côté software par Arnaud Geiser. Le suivi de bout en bout du développement a été assuré par Julien Torrent, initiateur du projet.

Pour s'assurer de la robustesse du système et effectuer les premières optimisations tout en tenant compte de l'état de santé, de fatigabilité et de concentration des personnes sujettes à utiliser ce système, il a été choisi

Première expérimentation

La première expérimentation de terrain a été réalisée début 2011 avec une jeune personne polyhandicapée de 10 ans, privée de mobilité et de parole. Atteinte d'une maladie orpheline dès la naissance, elle n'a jamais pu se déplacer toute seule. Elle a, depuis 3 ans, à sa disposition un système oculaire, couplé à un tableau de communication, dont elle a une bonne maîtrise.

Pour le premier test, le système oculaire est fixé à l'aide d'un bras sur son fauteuil roulant électrique, puis le système CWI installé et configuré, tout d'abord en mode « 4 directions », avec les 12 capteurs de proximité activés, en collaboration avec deux représentants de la société Wallner (Patrice Magnin et Cédric Gozzi), des thérapeutes de Clair-Bois Chambésy et développeurs de la FST.

Pour tous les intervenants, la question était de savoir comment l'utilisatrice allait réagir avec le système. Comment allait-elle acquérir les notions de latéralisation et de déplacement dans l'espace. Est-ce qu'il faudra à l'utilisatrice beaucoup d'apprentissage ou est-ce que cette notion sera facile à appréhender pour elle ?

Le fonctionnement du système est expliqué à l'utilisatrice, puis CWI mis en fonction. Quelques secondes après, les personnes présentes observent le déplacement du regard de l'utilisatrice à l'écran. Le regard balaye toute la surface de l'écran. L'utilisatrice est en train d'explorer la nouvelle interface. Il lui est ensuite réexpliqué de fixer une flèche précisément, de manière continue. Ce qu'elle fait. Le fauteuil commence à se déplacer.



L'utilisatrice se déplace avec les yeux

Grande émotion de toutes les personnes réunies et de sa part quand elle sent son corps se mouvoir. Nous constatons chez elle une sorte de mélange entre joie, surprise et peur. Nous observons ensuite qu'il lui est difficile de cibler précisément les petites flèches du mode « 4 directions ». Il est donc fait un test avec le mode « proportionnel », qui se révèle plus facile à déclencher mais, trop précis, peu utilisable dans l'espace disponible pour les tests. Durant ce premier test, les capteurs de proximité stoppent dans certaines conditions la progression du fauteuil alors que l'utilisatrice pointe son regard dans une direction précise, ce qui n'aide pas à la compréhension de l'utilisation du système. Il est donc décidé d'effectuer les essais dans une salle plus grande plutôt qu'un étroit couloir et de désactiver les capteurs proximité.

L'utilisatrice prend, au cours de la même séance, de l'assurance, apprivoise peu à peu son système CWI. Les thérapeutes ont poursuivi l'utilisation du système, régulièrement. L'utilisatrice s'est peu à peu désintéressée de l'école, elle ne voulait plus travailler, elle ne voulait plus que faire du CWI. Les thérapeutes ont su comment détourner ensuite cette motivation et utiliser CWI en tant que récompense d'un travail scolaire bien accompli. Après différents tests, il a été décidé d'implémenter un nouveau mode « barres » qui semble plus adapté à certains utilisateurs que les modes « 4 directions » et « proportionnel ». nous avons aussi constaté quelques problèmes de

montée en charge provoqué par le flux vidéo, lors d'une utilisation prolongée, des correctifs ont été apportés à l'application, puis l'utilisation s'est poursuivie avec le nouveau mode « barres » et les nouvelles améliorations.

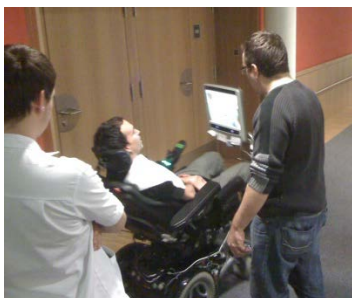
Deuxième expérimentation

La deuxième expérimentation de terrain a été réalisée durant le courant 2011 avec un jeune homme de 36 ans, atteint d'une maladie dégénérative : Sclérose Latérale Amyotrophique (SLA). Il est privé de mobilité et de parole depuis quelques années. Auparavant, il n'avait aucun problème de parole, ni de mobilité. Il possède depuis quelques années un système oculaire pour :

- communiquer vocalement par l'intermédiaire d'une synthèse vocale,
- écrire des SMS, des e-mails,
- aller sur internet
- changer les chaînes de sa télévision.

Il possède un très bon niveau cognitif et maîtrise les outils informatiques courants. Le système CWI est installé, configuré, le mode « proportionnel » activé et les capteurs de proximités installés. Le système lui est expliqué, CWI mis en fonction.

L'utilisateur pointe son regard dans la direction qu'il désire, fait pivoter son fauteuil roulant, se dirige en direction de la sortie de sa chambre, passe la porte qui était restée ouverte, puis sort dans le couloir. Aucun apprentissage n'a été requis de sa part tout semblait être intuitif.



L'utilisateur sort de sa chambre d'hôpital seul pour la première fois

L'utilisateur a pu progresser dans sa maîtrise du système et a été l'un des arguments lui ayant permis un retour à domicile. Un suivi à domicile a permis d'améliorer le système en tenant compte des remarques et même des propositions de l'utilisateur. Notamment les options relatives à la gestion des contacteurs et des capteurs.

Conclusion

CWI était à la base un développement expérimental du département R&D de la Fondation Suisse pour les Téléthèses, le FSTLab. Mais au regard de sa facilité d'utilisation et le véritable bénéfice que cet outil peut apporter à ses utilisateurs, il a été décidé d'effectuer une analyse de risques, puis de l'adapter aux normes de Conformités Européennes (CE) pour pouvoir le vendre en Suisse ainsi qu'à l'étranger. CWI est officiellement commercialisé depuis 2013 et compte plusieurs utilisateurs.

Références

- L Georges-Janet (1996), Le polyhandicap*
V Zimmermann, L Schifano, L Boyer (2012), La prescription du fauteuil roulant électrique chez l'enfant
I Hodgkinson, O Valencia, C Berard (1998), Intérêt de l'échelle d'évaluation motrice fonctionnelle globale dans l'indication de fauteuil roulant chez l'enfant infirme moteur cérébral
JM Pergandi, P Mallet, D Mestre (2006), Évaluation d'une aide à la navigation d'un fauteuil intelligent
Julien Torrent (2009), Pilotage oculaire de l'ordinateur : possibilités et critères de mise en oeuvre

FST/11.2013