

Article original

# REACTIVE : développement d'un outil de rééducation pour les accidentés vasculaires cérébraux en réalité virtuelle

*REACTIVE: Development of a tool for rehabilitation for stroke survivors in virtual reality*

D. Dréan<sup>a</sup>, S. Bouilland<sup>a,\*</sup>, D. Nadalini<sup>a</sup>, A. Baillet<sup>a</sup>, J. Lozada<sup>b</sup>, M. Wiertelowski<sup>b</sup>, L. Grisoni<sup>c</sup>, G. Casiez<sup>c</sup>, F. Giraud<sup>c</sup>, J.-M. Flamant<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Fondation Hopale/institut du handicap de Berck-sur-mer (IHB), 72 Esplanade Parmentier, 62600 Berck-sur-mer, France

<sup>b</sup> CEA, LIST, Sensory and Ambient Interfaces Laboratory, 18, route du Panorama, BP 6, 92295 Fontenay-Aux-Roses, France

<sup>c</sup> LIFL & INRIA Lille Nord Europe, université de Lille 1, 59650 Villeneuve d'Ascq, France

<sup>d</sup> Idées-3com, 5, rue Héloïse, 59650 Villeneuve d'Ascq, France

Disponible sur Internet le 2 mars 2011

---

## Résumé

Le projet REACTIVE a pour objectif de développer un outil de rééducation en réalité virtuelle pour les personnes cérébrolésées et notamment hémipariétiques. Plusieurs scénarios paramétrables ont été développés ainsi que des interfaces permettant aux patients d'interagir avec le système. © 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

*Mots clés* : AVC ; Haptique ; Hémipariété ; Réalité virtuelle ; Rééducation

## Abstract

REACTIVE project aims to develop a tool for rehabilitation in virtual reality for stroke people, including unilateral neglect. Several configurable scenarios have been developed as interfaces allowing patients to interact with the system. © 2011 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

*Keywords* : Haptic; Rehabilitation; Stroke; Unilateral neglect; Virtual reality

---

## 1. Introduction

Le projet REACTIVE concerne la rééducation des personnes cérébrolésées, et la prise en charge de l'hémipariété. L'objectif est de développer le prototype d'un outil de rééducation en réalité virtuelle permettant :

- d'augmenter la participation du patient en augmentant sa motivation par des exercices de rééducation plus attrayants ;
- d'améliorer le transfert des acquis du patient, depuis la situation thérapeutique vers les activités de la vie quotidienne, par des exercices plus écologiques et en couplant rééducation motrice et cognitive.

## 2. Patient et méthode

Le patient est placé face à un grand écran (4 m × 3 m) et il interagit avec les environnements virtuels (EV) en utilisant des périphériques standards ou dédiés :

- le Gametrack<sup>®</sup> est constitué de mitaines reliées à un boîtier par un fil rétractable afin d'enregistrer le mouvement des mains ;
- le sécateur et la cisaille sont des périphériques haptiques simulant des outils de jardin ;
- l'époussette est un périphérique haptique utilisé dans le scénario de l'animalerie (cf. ci-dessous) ;
- la plate-forme de force WiiBoard<sup>®</sup> est utilisée comme pour le déplacement dans les EV, assis ou debout. Le pilote a été modifié pour une meilleure gestion de la calibration et de la vitesse de déplacement. Le thérapeute peut décaler le zéro pour obliger le patient à appuyer du côté parétique ;

---

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : sbouilland@hopale.com (S. Bouilland).

- le caddie est un périphérique à retour d'effort utilisé pour se déplacer de façon plus cohérente dans le supermarché. Il simule les chocs et l'augmentation du poids du caddie au fur et à mesure de l'introduction de produits.

Pour tenir compte des limites articulaires des patients, nous avons mis en place une mesure de la sphère d'atteinte. L'espace de travail virtuel est ajusté de façon à ce que le patient puisse balayer tout l'écran, quelle que soit sa sphère d'atteinte.

La mise en relation de la sphère d'atteinte avec l'espace de travail de l'EV entraîne des problèmes de précision liés à la faible résolution du Gametrack<sup>®</sup>, au volume souvent limité de la sphère d'atteinte ainsi qu'aux tremblements de la main. Nous avons donc mis en place des fonctions de transfert hybrides pour à la fois garder le caractère naturel de l'interaction et augmenter artificiellement la précision de manipulation [1,2].

Le thérapeute peut aussi régler la précision nécessaire pour sélectionner une cible ou encore filtrer plus ou moins les mouvements (syndrome cérébelleux).

Nous cherchons également à donner une interaction réaliste entre une main virtuelle, guidée par un gant de données et un objet virtuel. Nous proposons une nouvelle méthode qui simplifie les calculs en utilisant la technique du « skinning » [3] et permet un calcul rapide (< 20 ms) grâce à la simplification des équations.

En complément, et pour le travail sensorimoteur, nous souhaitons intégrer un retour tactile aux tâches de préhension. L'interaction doigt-surface donne pour résultats une force de friction qui varie et la première partie de nos recherches s'est attachée à comprendre comment elle peut être convertie en déformation relative de la pulpe du doigt. Grâce à un dispositif bidirectionnel qui peut mesurer cette force et la transformer en déplacement avec une causalité non ambiguë, une telle correspondance a pu être réalisée.

L'interaction du doigt avec cinq textures réalistes a été enregistrée et les sujets de l'étude ont identifié avec succès les textures reproduites en stimulant leur doigt. Le travail se poursuit afin de miniaturiser le dispositif et l'adapter à un gant [4,5].

### 3. Résultats

Six scénarios principaux ont été développés, chacun comprend des variantes pour éviter la lassitude du patient.

#### 3.1. Les ballons

Le but est de crever des ballons de couleurs différentes, statiques ou en mouvement, suivant la consigne. Il permet le travail de l'extinction et le travail sur cibles en mouvement. Un éditeur de scénario est fourni. Divers facilitateurs ou distracteurs permettent de régler le niveau de difficulté, le bilan permet de juger de la stratégie d'exploration de l'espace mise en œuvre.

#### 3.2. L'animalerie

L'animalerie permet le travail de l'héminégligence sur des cibles en mouvement. Il s'agit d'attraper des poissons de diverses



Fig. 1. Patient coupant les fleurs fanées avec le sécateur à retour d'effort.

couleurs suivant la consigne. C'est une variante de l'exercice des ballons, avec des environnements neutres ou denses pour varier la charge attentionnelle. La préhension se fait à l'aide du Gametrack<sup>®</sup> seul ou de l'époussette.

#### 3.3. Le verger et ses variantes : topiaires, roseraie

Dans ce scénario, le but est de tailler des branches, de couper les fleurs fanées. La coupe se fait soit à la main (Gametrack<sup>®</sup> seul) soit à l'aide du sécateur ou de la cisaille (Fig. 1).

#### 3.4. La cueillette

Le patient est amené à cueillir des fruits sur un arbre, ce scénario est en cours de développement et destiné à intégrer le retour tactile.

#### 3.5. Le supermarché

Plusieurs scénarios sont définis, avec ou sans déplacement. Le patient doit placer dans son caddie les produits correspondant à une liste préalable ou à une consigne plus générale. La saisie des objets se fait avec le Gametrack<sup>®</sup> et est destinée à intégrer le retour tactile. Les déplacements se font avec la WiiBoard<sup>®</sup> ou le caddie. La version avec déplacement vise plutôt les fonctions exécutives, alors que la version statique, face à une portion de rayon, s'adresse plus à l'héminégligence. Il s'agit d'un outil global, écologique, à l'extérieur du domicile, qui permet le travail de l'exploration visuelle, l'appréhension de l'espace, la mise en place de stratégies pour se déplacer et s'orienter (Fig. 2).

#### 3.6. Le parc

Le patient doit se déplacer d'un point à un autre, dans un jardin public, en suivant un fléchage de couleur. L'objectif est le travail de l'exploration visuelle et de l'attention au moyen d'un suivi de trajectoire, en intégrant des distracteurs. Sur le plan moteur, il s'agit de travailler l'équilibre et le report d'appui grâce à l'utilisation de la WiBoard<sup>®</sup>.

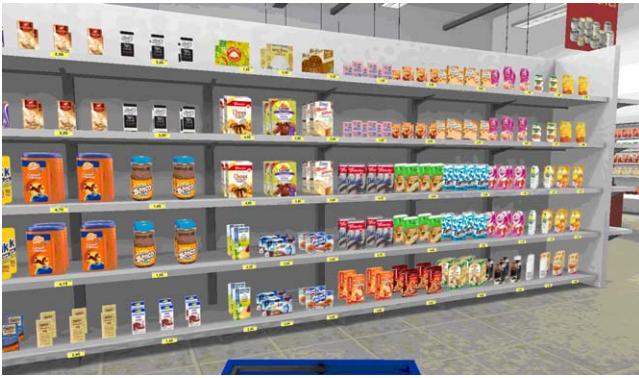


Fig. 2. L'environnement virtuel du supermarché.

#### 4. Conclusion

Les premiers essais montrent la capacité de l'outil à développer la motivation du patient pour le rendre plus actif dans sa rééducation. Il permet d'intégrer le travail moteur dans une activité ludique et de détourner ainsi l'attention des patients de la peur de la chute par exemple. Le travail moteur est diversifié : travail de l'équilibre assis ou debout, report de poids, intégration du membre supérieur, travail mono ou bimanuel, manipulation d'outils. . . L'ajustement de l'espace de travail permet de définir le degré de difficulté. Le paramétrage permet d'adapter le scénario aux capacités cognitives et motrices du patient et à son évolution. Les mesures réalisées permettent un feedback et

également le suivi de l'évolution. Les essais montrent également l'intérêt de cet outil pour d'autres pathologies.

#### Conflit d'intérêt

Aucun.

#### Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien financier de l'Agence nationale de la recherche (ANR) dans le cadre de l'appel à projets TECSAN.

#### Références

- [1] Deblonde J, Casiez G, Grisoni L, editors. Méthode de détermination des fonctions de gains. Proceedings of IHM'10, 22<sup>e</sup> conférence francophone sur l'interaction homme-machine;2010:ACM Press.
- [2] Choumane A, Casiez G, Grisoni L, editors. Buttonless clicking: intuitive select and pick-release through gesture analysis. Virtual reality conference (VR), 2010 IEEE, 2010.
- [3] Bloomenthal J, editor. Medial-based vertex deformation. Symposium on computer animation 2002.
- [4] Wiertelwski M, Lozada J, Pissaloux E, Hayward V, editors. Tactile interface for stimulation of the fingertips via lateral traction. Actuators 2010 12th International Conference on new actuators bremen, Germany.
- [5] Wiertelwski M, Lozada J, Pissaloux E, Hayward V, editors. Causality inversion in the reproduction of roughness. EuroHaptics 2010, Part II, LNCS 6192;2010.