

Handicap et réalité virtuelle : de la biomécanique à l'ingénierie d'assistance

Iadaloharivola Randria, Mohamed Moncef Ben Khelifa, Alexandre Abellard, Patrick Abellard, Matteo Franceschi, Philippe Gorce

► **To cite this version:**

Iadaloharivola Randria, Mohamed Moncef Ben Khelifa, Alexandre Abellard, Patrick Abellard, Matteo Franceschi, et al.. Handicap et réalité virtuelle : de la biomécanique à l'ingénierie d'assistance. 2018. sic_01798149

HAL Id: sic_01798149

https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_01798149

Preprint submitted on 11 Jul 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Handicap et réalité virtuelle : de la biomécanique à l'ingénierie d'assistance

I. Randria (1), M. Ben Khelifa (1), A. Abellard (2), P. Abellard (1), M. Franceschi (1), P. Gorce (1)

1 - Laboratoire HANDIBIO, IUT de Toulon, BP 20132, 83957 La Garde Cedex.

2 - Laboratoire LESTER, Université de Bretagne Sud, BP 92116, 56321 Lorient Cedex

Résumé :

Le but de ce papier est de présenter un projet de simulateur de fauteuil roulant utilisant la réalité virtuelle. Pour de nombreuses personnes handicapées, la réalité virtuelle peut être d'une très grande utilité, car elle peut permettre d'exploiter de façon optimale des capacités résiduelles en s'adaptant de façon automatique à l'évolution des progressions / régressions. Un recensement de quelques applications de la réalité virtuelle au handicap est présenté ainsi que les premiers résultats obtenus.

Mots clés : Réalité virtuelle, assistance aux handicaps, rééducation, simulateur, fauteuil roulant.

Handicap and virtual reality : from biomechanics to assistive engineering

Abstract :

The aim of this paper is to present a project of an electric wheelchair simulator using virtual reality. For many disabled persons, the virtual reality may be very useful because it allows an optimal exploitation of remaining capacities thanks to an automatic adaptation to the evolution of progressions / regressions. A state-of-art of the applications of virtual reality to handicap and the first results obtained are presented.

Keywords : Virtual reality, assistive technology, rehabilitation, simulator, electric wheelchair.

1 - Introduction.

La réalité virtuelle permet de décrire des représentations informatisées en 3D de milieux réels qui peuvent être manipulés ou explorés. Elle présente de multiples intérêts dans de nombreux domaines. Dans celui du handicap, on la trouve dans une grande variété d'applications, depuis la biomécanique jusqu'aux technologies d'assistance. Le Symposium Réalité Virtuelle et Handicaps Moteurs VRIC 2006 en a donné de nombreux exemples.

La présence, l'interactivité, la sensation d'être immergé dans un univers spécifique et la capacité à interagir avec cet univers en constituent les caractéristiques majeures. Les éléments visuels, auditifs et tactiles du monde virtuel sont créés par l'ordinateur grâce à des écrans, des casques, des gants ou des combinaisons. Les expériences sensorielles sont acquises par les mouvements de l'utilisateur dans le monde réel. Si l'utilisateur regarde autour de lui, les images sont modifiées. Si l'utilisateur touche un objet virtuel, l'ordinateur va le détecter et délivrer une pression tactile correspondante au niveau des gants.

Après un bref Etat de l'Art sur la réalité virtuelle, nous présenterons un projet en cours de réalisation, d'un simulateur de conduite de fauteuil roulant électrique utilisable par toute personne confrontée à une situation de handicap, d'accident de la vie, de vieillissement.... afin

de lui apporter une assistance dans la recherche de son autonomie de déplacement. Les différents outils utilisés pour faire ce travail seront présentés ainsi que les premiers résultats obtenus.

2 - Etat de l'Art.

La conception de systèmes de réalité virtuelle pour handicapés est véritablement centrée sur l'utilisateur [1]. Parmi les très nombreux travaux de la communauté scientifique concernée, on pourra citer :

- Le Département de l'Environnement Professionnel de l'Université de Lund (Suède) qui étudie des moyens d'utilisation de la réalité virtuelle pour aider les personnes handicapées à s'adapter à leur environnement. La capacité à « se fondre » dans l'environnement et à entrer en interaction avec lui, donne une meilleure notion de l'espace que d'autres fonctions. Dans cette application, les procédures de détection des collisions servent à définir les caractéristiques de l'environnement pour une évolution en fauteuil roulant.

- A partir de travaux effectués pour le contrôle de véhicules spatiaux, une équipe de la NASA a étudié une assistance par présence virtuelle pour des personnes en fauteuil roulant évoluant dans des conditions particulières (proximité de dangers, escaliers, altération des facultés d'orientation...)

- Une équipe de l'Université de Nottingham travaille sur l'apprentissage en milieu virtuel pour s'affranchir de difficultés liées aux formations en situation réelle, souvent onéreuses et aléatoires.

- Des chercheurs de l'Université de Milan conduisent des expériences sur l'utilisation de la réalité virtuelle pour aider des personnes handicapées à retrouver leurs facultés cognitives dans des domaines tels que la mémoire et l'association d'idées.

- Dans le domaine de l'habillement, une partie du projet Easytex concerne la conception de vêtements destinés aux personnes âgées et/ou handicapées. Il est en effet très important que ces personnes puissent bénéficier de vêtements leur apportant un bien-être physique et psychologique. Jusqu'à présent, peu de fabricants se sont spécialisés dans ce type de vêtements et pourtant, l'Union Européenne estime que 10% de la population est susceptible d'avoir besoin de ces services pour s'affranchir de problèmes de taille, de corpulence, de mensurations... hors standard, et conduisant à des choix limités en nombres de modèles et à des prix plus élevés.

- Le projet ABI (Adaptive Brain Interface) conduit par une équipe italienne d'Ispra est consacré à l'étude de la commande des mouvements d'un fauteuil roulant (ou d'un traitement de textes) à partir d'ordres « pensés » par la personne handicapée et captés par un casque. Actuellement, plusieurs types de « pensées » ont été identifiés à partir de l'utilisation d'algorithmes génétiques.

- Le projet GRAB (GGraphical Access for Blind people) est développé par une équipe espagnole pour permettre aux aveugles et mal-voyants de toucher et de manipuler des contenus virtuels qui apparaissent à l'écran de l'ordinateur. Le système comprend deux bras mécaniques se terminant par deux capteurs qui transmettent les forces de contact avec les objets virtuels et dans lesquels l'utilisateur peut introduire des doigts afin d'avoir la sensation de toucher tout

ce qui est sur l'écran. Ce projet vise à apporter à l'utilisateur deux points de contacts pour avoir non seulement de l'information sur les formes géométriques mais aussi sur les distances et les relations spatiales entre les éléments.

Plusieurs projets de véhicules autonomes pour handicapés moteurs ont mis en application la robotique mobile à l'assistance à la conduite de fauteuils roulants électriques (le VAHM à Metz [2], le WAD à Marseille [3], le FRACAH à Toulon [4]...). Suivant des orientations et des contraintes particulières liées à la présence de l'homme, des méthodologies de planification de trajectoires, d'évitement d'obstacles, de perception et de construction de l'environnement ont permis l'émergence de travaux sur l'Interaction Homme - Machine notamment en simulation virtuelle.

3 - Simulateur d'apprentissage à la conduite d'un fauteuil roulant électrique.

Ce projet en cours de développement a pour but d'apporter une assistance à la conduite réelle d'un fauteuil roulant électrique pour des personnes handicapées à partir d'une immersion dans un monde virtuel. Plusieurs équipes travaillent sur ce sujet [5,....,11] en utilisant différents outils virtuels [12,....,18]. Il s'en différencie essentiellement par l'approche neuro-génétique de la navigation et le traitement temps réel des données par une architecture parallèle, ce qui permet de résoudre plusieurs points durs de l'application.

3.1 - Modélisation de l'environnement.

Elle a été réalisée avec le logiciel Realviz Image Modeler à partir de prises de vues effectuées dans des appartements de l'Association des Paralysés de France à La Garde (Var) qui ont porté sur :

- l'entrée de la résidence (figure 1)
- le plan de distribution des appartements (figure 2)
- l'agencement intérieur (figures 3 et 4)
- le mobilier (figure 5).



Figure 1 : Entrée de la résidence.

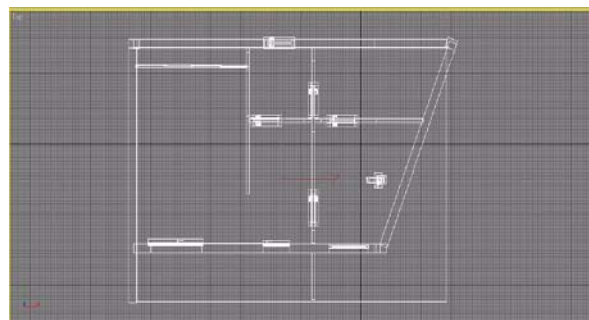


Figure 2 : Plan de distribution.

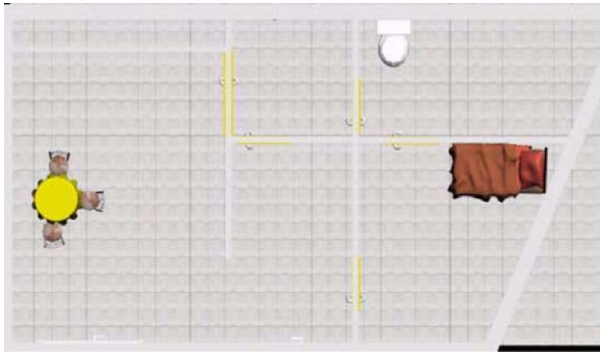


Figure 3 : Plan d'un appartement.

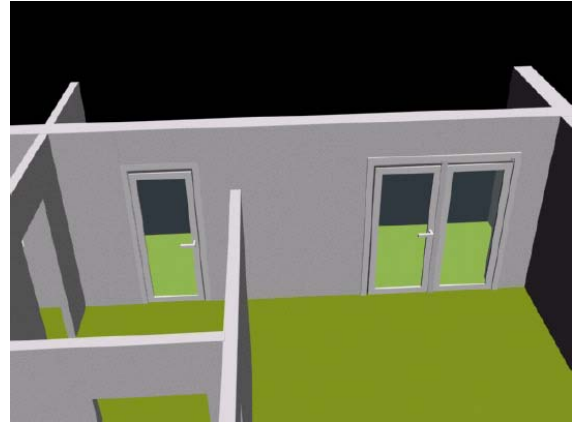


Figure 4 : Agencement intérieur



Figure 5a : le mobilier réel



Figure 5b : Modélisation du mobilier

3.2 - Choix d'un modèle de fauteuil roulant.

Il a été réalisé à partir des caractéristiques mécaniques et électriques du fauteuil réel (figure 6).

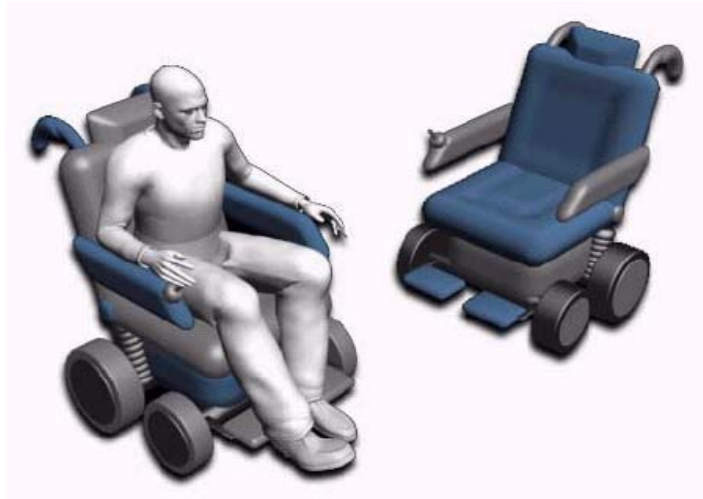


Figure 6 : Modélisation du fauteuil et de l'utilisateur.

3.3 - Caméra virtuelle.

Pour extraire la trajectoire de la caméra virtuelle des séquences vidéo, le tracking a été réalisé selon deux méthodes :

- Le tracking automatique intégré : C'est le logiciel qui lance le choix de primitives dans la séquence vidéo. La difficulté de cette méthode est liée au grand nombre de primitives fournies, ce qui ralentit l'obtention des coordonnées système (Figure 7).

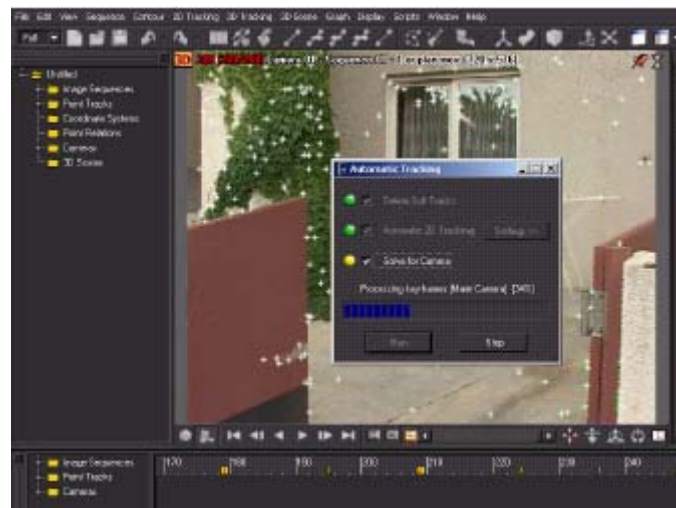


Figure 7 : Exemple de résultats du tracking automatique.

- Le tracking personnalisé : On ne retient dans ce cas, que les primitives connues de l'utilisateur, ce qui permet d'obtenir plus rapidement les coordonnées système (figure 8).



Figure 8 : Résultat du tracking personnalisé.

Une fois le choix effectué, l'analyse des primitives de la scène permet d'en déduire les caractéristiques de la caméra virtuelle (figure 9).

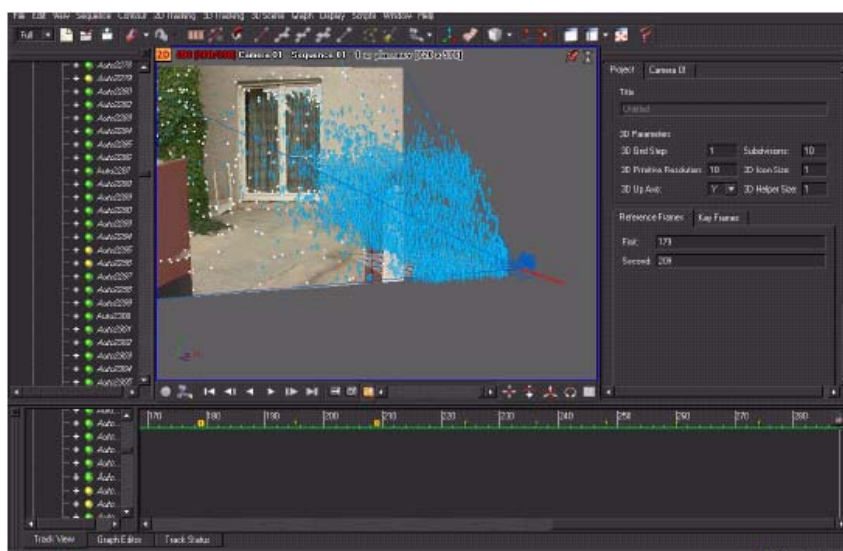


Figure 9 : Mise en place de la caméra virtuelle.

Le fichier de points alors obtenus avec le logiciel MatchMover permet de définir les mouvements de la caméra virtuelle dans la scène par importation dans 3D StudioMax (figure 10).

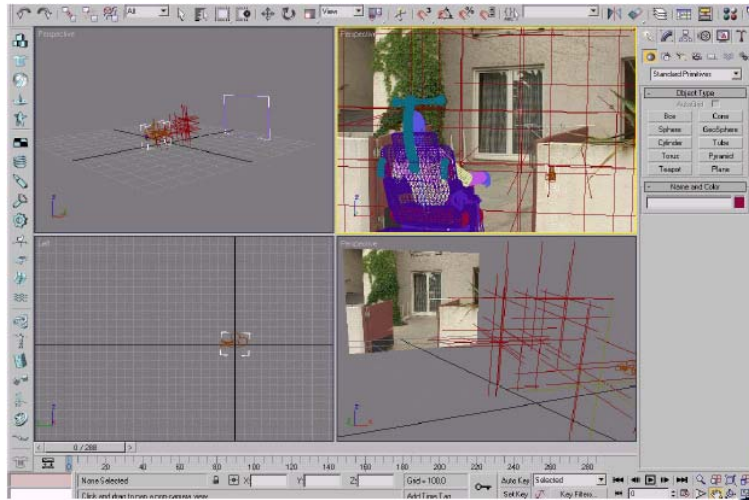


Figure 10 : Importation de la caméra.

La procédure est alors répétée pour chaque scène de la séquence vidéo dans laquelle le fauteuil est intégré (figure 11).

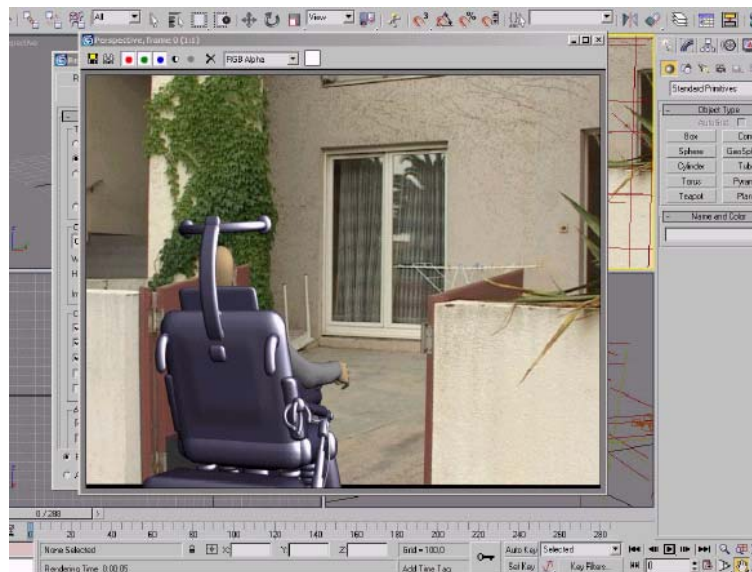


Figure 11 : Résultat final.

5 - Conclusion.

Ce travail en cours devrait aboutir à la réalisation d'un simulateur de conduite de fauteuil roulant électrique performant et peu coûteux. En effet, il utilise des matériels et logiciels du marché et fournit une modélisation précise en fonction des besoins de chaque utilisateur. Il doit apporter une aide à la navigation et une assistance à la rééducation d'enfants, adultes, personnes âgées... Le point dur de l'application est actuellement le traitement temps réel des données. Il est en passe d'être résolu par l'optimisation des algorithmes à traiter en parallèle et leur implantation sur des composants programmables rapides FPGA [19].

Remerciements : Cette étude a pu être réalisée grâce à la participation de l'Association des Paralysés de France de La Garde (Var), les résidents et les éducateurs, ainsi que les étudiants de l'Institut Ingémédia de Toulon : Mohamed Bouzane et Mohamed Bannour.

Bibliographie.

1. Bourhis G, Gelin R, Pruski A (2000) Robotique d'aide aux personnes handicapées. in Applications non manufacturières de la robotique mobile, pp 193-238. Systèmes Automatisés, Information Commande Communication (P ; Dauchez). Editions Hermès.
2. Bourhis G, Agostini Y (1998) The VAHM robotized wheelchair. System Architectures and Human Machine Interaction, Journal of Intelligent and Robotic Systems, vol 22, n°1, pp39-50
3. Mallet P, Schoner G (2004) : Assisted navigation project to powered wheelchairs in not-map based indoor environment. AMSE Journal, vol 6, n°7, pp109-120.
4. Abellard A, Randria I, Franceschi M, Abellard P, Ben Khelifa M, Razafindrakoto N (2006) Etude de faisabilité d'une plate-forme technique d'aide à la conduite d'un fauteuil roulant électrique. Lettre de Médecine Physique et de Réadaptation, n°22, pp22-25, Springer.
5. Niniss H, Nadif A (June 2004) Système de simulation pour fauteuil roulant électrique : évaluation de la commande à l'aide de la réalité virtuelle. 3^{ème} Conférence Handicap 2004, pp163-169, Paris.
6. Harrisson C.S, Dall P.M, Granat M.H, Marer T.W, Conway B.A (September 2000) Development of a wheelchair virtual reality platform for use in evaluating wheelchair access. 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and associated technologies, Alghero, Italy.
7. Harrisson A, Derwent G, Enticknap A, Rose F.D, Attree E.A (September 2000) Application virtual reality technology to the assesment and training of powered wheelchairs. 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and associated technologies, pp15-21, Alghero, Italy.
8. Scott I, Sanders D (2000) The use of Virtual Reality to train powered wheelchair users and test new wheelchair systems. International Journal of Rehabilitation Research, vol 23, n°4, pp321-326.
9. Majdolashrafi M, Ahmadabadi M.N, Ghazavi A (October 2002) A desktop virtual environment to train motorized wheelchairs driving. IEEE international Conference on Systems, Man and Cybernetics, Hammamet.
10. Dholkanala Z, Cox S, Rahman A (September 2005) An architecture for remote monitoring in a networked environment mobility simulator, Conference AAATE 2005, pp224-228, Lille.
11. Niniss H, Inoue T (September 2005) Assessment of driving skills using virtual reality : comparative survey on experts and unskilled users of electric wheelchairs. Conference AAATE 2005, Lille.
12. Cannon D.J, Thomas G (1997) Virtual tools for supervisory and collaborative control of robots. in Presence Vol6, n°1, pp1-28.
13. Masson Y, Fournier R (1997) Everest : A virtual reality interface to program a teleoperated mission. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp1813-1817, Grenoble.
14. Pivik J.R, McComas J, Macfarlane I, Laflamme M (2002) Using virtual reality to teach disability awareness. Journal of Educational Computing Research, vol26, n°2, pp225-240.
15. Desbonnet M, Rahman A, Cox S.L (1997) A virtual reality based training system for disabled children. Conference AAATE'97.

16. Berard C (September 2005) On sreen-keyboard assessment : from virtuality to reality. Conference AAATE'05, pp118-124, Lille.
17. Feuser J, Ivlev O, Graser A (September 2005) Mapped virtual reality for a safe manipulation in rehabilitation robotics. Conference AAATE'05, Lille.
18. Adelola I.A, Rahman A, Cox S.L (Septyember 2005) Motivation elements in virtual reality for disabled children. The VEMS experience.Conference AAATE'05, Lille.
19. Abellard A (October 2005) Architectural Petri Nets : basic concepts, methodology and examples of applications. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. pp2037-2042, Hawaii.