



NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Conception d'un outil pour étude des techniques de déplacement en environnement virtuel

Savard, P.; Lapointe, Jean-François

This publication could be one of several versions: author's original, accepted manuscript or the publisher's version. /
La version de cette publication peut être l'une des suivantes : la version prépublication de l'auteur, la version acceptée du manuscrit ou la version de l'éditeur.

NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=63175638-6e9c-4ec9-8263-965ca52e5324>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=63175638-6e9c-4ec9-8263-965ca52e5324>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.





National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Institute for
Information Technology

Institut de technologie
de l'information

NRC - CNRC

Conception d'un outil pour l'étude des techniques de déplacement en environnement virtuel *

Savard, P.
Lapointe, J.-F
Avril 2006

* published at the 18e Conférence Francophone sur l'interaction Humain-Machine (IHM 2006). Montréal, Québec, Canada. pp. 269-272. 18-21 avril 2006. NRC 48474.

Copyright 2006 by
National Research Council of Canada

Permission is granted to quote short excerpts and to reproduce figures and tables from this report, provided that the source of such material is fully acknowledged.

Conception d'un outil pour l'étude des techniques de déplacement en environnement virtuel

Pascal Savard

Université du Québec en Outaouais
283, boulevard Alexandre-Taché
Case postale 1250, succursale Hull
Gatineau (Québec)
Canada J8X 3X7
savp02@uqo.ca

Jean-François Lapointe

Conseil national de recherches du Canada
Institut de technologie de l'information
1200, chemin Montréal, édifice M-50
Ottawa (Ontario)
Canada K1A 0R6
Jean-Francois.Lapointe@cnrc.gc.ca

RESUME

Cet article présente les éléments nécessaires à un système informatisé d'étude de la performance de différentes techniques d'interaction pour le déplacement en environnement virtuel. La méthode proposée consiste à enregistrer et à analyser les données décrivant l'état et les actions de l'utilisateur au cours de ses déplacements dans la scène virtuelle.

MOTS CLES : Réalité virtuelle, technique d'interaction, déplacement, navigation, performance, évaluation.

ABSTRACT

This paper describes the elements required by a computerized system to evaluate the performance of various interaction techniques for travel in virtual environments. The proposed method consists to record and analyze the data describing the state and actions of the user during the travel in the virtual scene.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.5.2 [User Interfaces]: Benchmarking; H.5.1 [Multimedia Information Systems]: Artificial, augmented, and virtual realities.

GENERAL TERMS: Performance, Measurement

KEYWORDS: Virtual Reality, Interaction Technique, Travel, Navigation, Performance, Evaluation.

La reproduction en tout ou en partie du présent ouvrage sur un support papier ou sur un support électronique est autorisée sans frais à des fins personnelles ou académiques pourvu qu'elle ne procure pas un profit ou un avantage commercial. La première page des copies doit comporter cet avis au lecteur et la référence complète. La propriété du travail appartenant à des tiers doit être respectée. La référence doit apparaître lorsque le contenu est résumé.

Toute autre reproduction, présentation sur un serveur ou redistribution au moyen d'une liste nécessite une permission expresse ou comporte des frais.

IHM 2006, 18 au 21 avril 2006, Montréal, Québec.
© 2006 ACM 1-59593-350-6 5,00 \$US

1 INTRODUCTION

Les techniques d'interaction pour la commande d'un système humain-machine peuvent être caractérisées par la combinaison de périphériques d'entrée et la relations entre leur signaux de commande et l'action subséquente. Vu le nombre infini de périphériques d'entrée et de relations signal/action possibles, la sélection de l'interface optimale pour effectuer une tâche n'est pas une chose facile. Cela l'est encore moins dans le domaine des environnements virtuels, où les interactions 3D ne sont pas bien comprises [4, 8].

Comme ces interactions sont principalement dépendantes de la tâche à réaliser, nous nous attardons ici à une des tâches universelles dans le domaine des environnements virtuels, à savoir le déplacement. Le déplacement consiste à contrôler le point de vue dans le monde virtuel et correspond à la composante motrice de la navigation.

Pour nous aider à mieux comprendre ces interactions, la réalisation d'un banc d'essai pour étudier les techniques de déplacement en environnement virtuel est reconnue et a fait l'objet de plusieurs recherches [4, 9]. Ces recherches s'attardent au développement et à la mise au point d'une série de tâches et de mesures de la performance de déplacement en environnement virtuel.

Nous nous intéressons à la conception d'un outil informatisé adapté au besoin de l'étude de la performance de différentes techniques d'interaction pour le déplacement (parfois appelé commande du point de vue) en environnement virtuel. Nous présentons ici les éléments nécessaires à un tel système d'analyse expérimentale de la performance de navigation en environnement virtuel à l'aide d'études comparatives contrôlées.

La recherche présentée ici vise essentiellement les techniques d'interaction utilisées pour le déplacement en environnement 3D, i.e., la composante moteur de la navigation plutôt que la composante d'orientation, qui elle dépend de différents facteurs tels que les repères présents dans l'environnement virtuel.

L'évaluation d'une interface utilisateur requiert diverses métriques de performance et de préférence [3, 4, 5, 7]. Dans le but de faire une évaluation objective, les métriques de performance système et la tâche de l'utilisateur doivent être contrôlées afin de faire ressortir les différences de performance entre les techniques d'interaction.

Les méthodes d'évaluation de la performance chez l'être humain [7] et les spécificités du domaine de la réalité virtuelle [5] permettent de tracer les grandes lignes que devrait suivre une étude dans le domaine afin d'éviter le bruit causé par les éléments indésirables sur les résultats.

2 PROCEDURE EXPERIMENTALE

Pour permettre l'étude des techniques de déplacement, plusieurs considérations doivent être prises en compte.

2.1 Plan expérimental

Pour la comparaison des techniques de déplacement nous utiliserons un plan expérimental de type intrasujet où chaque sujet est soumis à toutes les conditions expérimentales. Ce type de plan expérimental est le plus couramment utilisé pour les études de ce genre car il minimise le nombre de sujets nécessaires à l'expérience comparativement aux plans expérimentaux intragroupes.

Pour contrebalancer les effets d'apprentissage, l'ordre d'assignation des traitements doit être balancé entre les sujets de manière à ce qu'aucun traitement ne soit avantage au détriment d'un autre. De plus, pour chaque traitement, les essais expérimentaux seront précédés d'une période de pratique pour familiariser le sujet avec la technique d'interaction étudiée et la tâche à effectuer. Cela dans le but de stabiliser la performance des sujets et d'ainsi minimiser l'effet de la pratique. Finalement, cette période de pratique permettra, si besoin est, de clarifier les instructions qui n'auraient pas été comprises par les sujets..

2.2 Tâche

La tâche à réaliser consistera à atteindre le plus rapidement possible la ligne d'arrivée dans la scène virtuelle. Dans le but de se concentrer sur l'évaluation de la performance de déplacement, la position de la ligne d'arrivée sera connue dès le départ afin de limiter l'effet de la performance d'orientation des utilisateurs sur la performance de déplacement.

2.3 Mesure de la performance

Pour permettre l'analyse et l'étude de la performance, plusieurs informations seront enregistrées automatiquement lors des essais expérimentaux. Ces informations sont décrites à la section 3 de cet article. Pour parvenir à mesurer de façon précise ces informations, il faut combiner l'enregistrement à un logiciel permettant la navigation en environnement virtuel. Dans notre cas, nous utiliserons la technologie de visualisation issue du visualiseur 3D Démotride [6].

2.4 Mesure de la préférence

À la fin des essais expérimentaux, les préférences des utilisateurs seront mesurées à l'aide d'un questionnaire à échelles d'évaluation indépendante. Cette partie de l'expérience ne sera cependant pas informatisée et sera administrée directement par l'expérimentateur.

3 INFORMATIONS REQUISES

Dans le but d'étudier la performance des techniques de déplacement, il faut recueillir plusieurs informations lors des essais expérimentaux. Ces informations seront par la suite utilisées pour mesurer chacun des critères de performance et reconstituer les événements au besoin, dans le but de mieux comprendre les actions des utilisateurs.

3.1 Le temps

Chaque information recueillie lors des essais doit pouvoir être associée à un moment précis. En ce sens, la mesure du temps est essentielle afin d'évaluer avec exactitude la chronologie des actions et déplacements effectués par les utilisateurs. Chaque enregistrement doit donc contenir un identificateur temporel appelé dateur, qui permettra d'analyser la performance de l'utilisateur et de mesurer le temps écoulé entre chaque événement important de la tâche évaluée.

3.2 Le point de vue

La pose du point de vue, i.e. sa position et son orientation dans la scène virtuelle, est une autre donnée importante pour l'analyse de la performance. Elle permet de recréer précisément l'image présentée à l'utilisateur à un moment donné, en plus de suivre la position de ce dernier dans la scène virtuelle. Cette information peut également être utile pour mesurer l'écart entre le parcours effectué et un chemin optimal théorique.

L'orientation de la caméra est habituellement contrôlée différemment d'un mode de navigation à l'autre, ce qui influence les performances selon l'intuitivité ressentie par l'utilisateur face à son usage. Les performances sont mesurées ici en évaluant la précision avec laquelle l'utilisateur interagit avec les objets du monde virtuel. Qu'il doive atteindre une cible avec le plus de précision possible ou déplacer des objets, les facteurs de rapidité d'exécution et de précision du mouvement permettent une évaluation efficace de la façon dont l'orientation de la caméra virtuelle est contrôlée dans chaque mode d'interaction.

3.3 La position du curseur

L'enregistrement de la position du curseur de la souris à l'écran, en plus des autres informations décrites précédemment, permettra d'observer et de mieux comprendre certaines des actions de l'utilisateur lorsque le point de vue ne change pas ou lorsque la souris peut contrôler ce dernier. Cette donnée peut également signaler un inconfort de l'utilisateur en détectant par exemple des mouvements répétés en sens inverse d'un mouvement qui

devrait être continu, signalant une lacune au niveau de la sensibilité de l'interaction.

3.4 Les événements

Afin de compléter l'analyse de la performance, il est important d'enregistrer les événements déclenchés par l'utilisateur avec tous les détails pertinents à l'analyse.

Ces événements peuvent être de différente nature. Ainsi, dans certains cas, cette information permet d'identifier à quel moment dans l'expérience l'utilisateur a appuyé sur un bouton de la souris, sur une touche du clavier ou effectué une action avec un autre périphérique d'entrée de type discret, ou encore lorsqu'il entre en collision avec un objet donné.

Pour reconnaître les événements multiples, nous utiliserons un codage par champ sémaphore. En filtrant les données recueillies, on pourra ainsi connaître le moment précis où un événement s'est produit, de même que la position de l'avatar, l'orientation de la caméra et la position du curseur lors de cette action.

3.5 Technique de sauvegarde

La technique utilisée pour sauvegarder les informations durant l'expérience consiste à enregistrer les données susmentionnées à une fréquence prédéterminée qui sera égale à la fréquence de mise à jour de la scène virtuelle. En supposant une cinquantaine d'octets pour les données échantillonnées et une fréquence d'échantillonnage de 60 Hz, on constate que la fonction de sauvegarde ne nécessitera qu'environ 10 Mo/h d'enregistrement, ce qui est à la portée des ordinateurs personnels récents.

Ces données sont stockées en mémoire vive durant un essai expérimental, puis sauvegardées dans un fichier une fois l'essai terminé. Cette façon de faire évite les accès disque répétés qui pourraient affecter la performance de navigation. Chaque ligne enregistrée contient les informations exactes relatives à un moment précis du déroulement de l'expérience. En outre, les informations pertinentes à l'expérience mais invariables durant l'expérience, telles que la date, l'heure et la durée de l'expérience, ainsi qu'un nombre permettant à l'expérimentateur d'identifier le sujet seront sauvegardées dans le fichier des résultats.

4 ANALYSE DES RESULTATS

Une fois les informations sauvegardées dans le fichier des résultats, celles-ci seront utilisées pour déterminer la performance pour chaque critère retenu. Ces informations permettront également de reconstituer la vue de la scène à un moment précis de l'expérience, pour mieux comprendre certains comportements adoptés par les sujets.

Finalement, une analyse de la variance (ANOVA) permettra de déterminer, pour chaque critère de performance, s'il y a une différence significative de performance entre les interfaces comparées.

Initialement, le temps d'exécution de la tâche sera le seul critère de performance utilisé. Il représente le temps écoulé entre le moment de départ et celui d'arrivée.

Les données sauvegardées permettront cependant d'étudier de façon plus détaillée les actions des utilisateurs lors de l'exécution de la tâche. On pourra ainsi analyser, entre autres, l'écart entre le parcours de l'utilisateur et le parcours théoriquement optimal. Ce type d'information pourrait mener à l'élaboration d'un nouveau critère de performance relié à la précision dans la perspective où l'on désire mesurer l'écart à la trajectoire optimale, tel que déjà étudié précédemment pour les environnements 2D et 3D [1, 2, 10].

5 CONCLUSION

Cet article a présenté les éléments nécessaires à la conception d'un outil informatisé qui servira à l'étude des techniques de déplacement en environnement virtuel.

Dans le but d'obtenir une évaluation complète, la méthode de mesure et d'analyse de la performance décrite ici sera combinée à un questionnaire. Celui-ci recueillera les commentaires des utilisateurs ainsi que leurs réponses à des questions à échelles d'évaluation indépendante. Ceci permettra d'analyser les préférences des utilisateurs en ce qui concerne divers aspects des techniques d'interaction étudiées, tels que la facilité d'utilisation, la fatigue et l'utilisabilité en général.

BIBLIOGRAPHIE

1. Accot, J. Au-delà de la loi de Fitts: des modèles pour les tâches de navigation dans les interfaces, *Comptes-rendus des neuvièmes journées sur l'ingénierie de l'Interaction Homme-Machine (IHM 97)*, Poitiers, septembre 1997, pp. 89-96.
2. Accot, J. and Zhai, S. Performance Evaluation of Input Devices in Trajectory-based Tasks: An Application of Steering Law. In *Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'99*(May 15-20, 1999, Pittsburgh), ACM Press, New York, 1989 pp. 466-472.
3. Bowman, D., Kruijff, E., LaViola, J. J. Jr., and Poupyrev, I. *3D User Interfaces: Theory and Practice*. Pearson Education, Boston, Massachusetts, 2005.
4. Bowman, D., Johnson, D., and Hodges, L. *Testbed Evaluation of Virtual Environment Interaction Techniques*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 10, No. 1, 2001, pp. 75-95.

5. Burdea, G. C. and Coiffet, P. *Virtual Reality Technology, Second Edition*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2003.
6. Démotride. Disponible à l'adresse <http://www.demotride.net>
7. Gawron, V. J. *Human Performance Measures Handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 2000.
8. Herndon, K., Van Dan, A., Gleicher, M. *The Challenge of 3D Interaction*. SIGCHI Bulletin 26(4), pp. 36-43.
9. Lampton, D., Knerr, B., Goldberg, S., Bliss, J., Moshell, J., Blau, B. *The Virtual Environment Performance Assessment Battery (VEPAB): Development and Evaluation*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 3, No. 2, 1994, pp. 145-157.
10. Zhai, S., Accot, J., Woltjer, R. *Human Action Laws in Electronic Virtual Worlds ? An Empirical Study of Path Steering Performance in VR*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 13, No. 2, pp. 113-127.