

Une infrastructure d'évaluation pour des techniques de représentation de l'information non-géométrique dans les environnements virtuels 3D

Kaveh Bazargan, Gilles Falquet, Claudine Métral

CUI – Université de Genève
7, route de Drize
CH-1227, Carouge, Suisse
{prenom.nom}@unige.ch

RESUME

Augmenter un environnement virtuel 3D avec de l'information non-géométrique permet d'améliorer notre compréhension des objets géométriques et des liens existant entre ces objets pour accomplir des tâches qui nécessitent à la fois des informations non-géométriques et une scène 3D. Il existe plusieurs techniques de représentation de l'information non-géométrique dans les environnements virtuels 3D. Notre objectif général est de créer une grille d'évaluation qui permette de comparer l'utilisabilité des techniques en fonction de l'information à afficher, du contexte géométrique et de la tâche. Dans cet article, nous présentons l'infrastructure d'évaluation que nous avons développée afin d'effectuer des tests d'utilisabilité. Ces tests permettront de remplir une grille d'évaluation des techniques de représentation de l'information non-géométrique.

MOTS CLES : interface 3D, test d'utilisabilité, expérience utilisateur, représentation de l'information, environnement virtuel

ABSTRACT

Augmenting 3D virtual environments with non-geometrical information improves our understanding of geometrical objects and links between objects in order to perform tasks which require non-geometric information and a 3D scene at the same time. Many interactive presentation techniques have been devised to incorporate non-geometric information into 3D virtual environments. Our main objective is to create an evaluation grid to be used for comparing the usability of techniques according to the information to display, the geometrical context and the task. In this article, we present an evaluation framework that we have developed in order to perform usability tests. These tests will let us fill-in the evalua-

tion grid for the representation techniques of non-geometric information.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.5.2 User Interfaces, D.2.2 Design Tools and Techniques

GENERAL TERMS: Experimentation.

KEYWORDS: 3D user interface, usability evaluation, user experience, information representation, virtual environment

INTRODUCTION

L'information non-géométrique est l'ensemble des informations relatives aux objets présentés dans une scène 3D et qui ne correspondent pas à des objets géométriques [4]. Augmenter un environnement virtuel 3D avec de l'information non-géométrique permet d'améliorer notre compréhension des objets géométriques et des liens existant entre ces objets pour accomplir des tâches qui nécessitent à la fois des informations non-géométriques et une scène 3D. Il existe plusieurs techniques de représentation de l'information non-géométrique dans les environnements virtuels 3D. L'utilisabilité d'une technique de représentation de l'information non-géométrique est l'un des défis essentiels auxquels est confronté le concepteur d'un environnement virtuel 3D. Dans ce contexte, notre objectif est de créer une grille d'évaluation qui permette de comparer l'utilisabilité des techniques en fonction de l'information à afficher, du contexte géométrique et de la tâche. Cette grille d'évaluation sera réutilisable : elle permettra à un concepteur d'environnement virtuel 3D de sélectionner, parmi une liste de techniques, la technique la plus appropriée pour son système. Cet article est composé de deux parties : un état de l'art suivi de la description de l'infrastructure d'évaluation des techniques que nous avons définie afin d'effectuer des mesures qui permettront de remplir la grille d'évaluation de ces techniques.

ETAT DE L'ART

Techniques de représentation et de placement

Polys a identifié cinq catégories de placement de l'information non-géométrique dans un environnement

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

IHM 2009, 13-16 Octobre 2009, Grenoble, France

Copyright 2009 ACM 978-1-60558-461-4/09/10 ...\$5.00.

virtuel en fonction des techniques de représentation [14]. Dans le cas du placement de type *Object Space*, l'information abstraite est toujours reliée à l'objet qu'elle décrit même si l'objet est déplacé. A titre d'exemple, nous pouvons citer les techniques de *labels dynamiques et panneaux virtuels*. Le placement de type *World Space* est relatif à un sous-espace fixe dans l'environnement. C'est le cas lors de l'utilisation de la technique du *PDA virtuel*. Le placement de type *User Space* concerne la position de l'utilisateur mais pas son angle de vue. Dans le cas du placement de type *Viewport Space*, l'information non-géométrique est affichée sur des calques qui se superposent à la vue 3D de la scène. Par exemple, 2LIPGarden, une infrastructure de publication d'hypermédia 3D utilise la technique des *panneaux pop-up dynamiques* pour afficher des informations non-géométriques [13]. Finalement, dans le cas du placement de type *Display Space*, la visualisation de l'information abstraite se fait quelque part sur l'écran principal à l'extérieur de la scène 3D. Il existe d'autres techniques telles que *Illustrative Shadows*, *Sidebar* et *3D labels*. Bell et ses collègues [3] ont construit un gestionnaire de placement qui combine différentes techniques de représentation.

Evaluation des environnements virtuels

Pour choisir une technique de représentation pertinente parmi d'autres, dans un contexte donné, il faut effectuer des tests d'utilisabilité. Un ensemble de travaux [9,10,6,16] a permis de mettre au point une taxonomie des caractéristiques de l'utilisabilité dans les environnements virtuels, une classification des méthodes d'évaluation et une étude comparative de la performance des utilisateurs dans un environnement virtuel. Le système *MAUVE (Multi-criteria Assessment of Usability for Virtual Environments)* fournit une approche pour la conception et l'évaluation des environnements virtuels [15]. Il existe une classification des approches d'évaluation des interfaces 3D [7] et des techniques d'interaction 3D [5]. Néanmoins, à notre connaissance, et à l'exception de l'étude concernant les *Virtual Prints* [12], aucune étude ne fournit actuellement des données expérimentales concernant l'utilisabilité d'une technique par rapport à une autre dans un contexte donné. Par contre, il existe des travaux portant sur les règles ergonomiques de sélection d'objets interactifs dans les interfaces utilisateur 2D [17]. Les difficultés pour étendre ces recherches aux environnements virtuels 3D, proviennent de la grande variabilité des contextes d'utilisation et des problèmes liés à la navigation. Bach et Scapin [1] ont contribué à la construction et à la validation de 20 critères ergonomiques élémentaires pour les interactions homme-environnements virtuels. Toutefois, nous ne disposons pas, à l'heure actuelle, des données sur l'utilisabilité des techniques de représentation de l'information non-géométrique telles que *label dynamique*, *panneau virtuel* et *panneau pop-up dynamique*.

Modèle d'analyse des techniques de représentation

Dans [2] nous avons proposé un modèle d'analyse dans laquelle l'utilisabilité d'une technique est évaluée en fonction de la tâche à effectuer, du type d'information non géométrique à présenter et du contexte géométrique dans lequel se trouve l'utilisateur. Une tâche est une activité utilisée pour atteindre un objectif d'accès et de lecture de l'information ou de visualisation de relations entre des objets de la scène 3D. L'information non-géométrique à présenter est décrite par son type, sa taille et les éventuelles relations à afficher. Il est nécessaire de prendre en compte le contexte géométrique car certaines techniques sont plus ou moins sensibles au contexte. Par exemple, l'affichage de textes sur des panneaux virtuels implique que l'utilisateur puisse prendre suffisamment de recul pour lire l'information, ce qui peut être difficile dans un lieu clos ou comprenant des obstacles. Un tel contexte est décrit par un ensemble de descripteurs formels : types d'objets, relations entre eux, positions par rapport à l'utilisateur, etc.. Ces descripteurs expriment la configuration de l'espace autour d'un objet remarquable de manière générique. Notre objectif est de créer une grille d'évaluation qui indique le degré d'utilisabilité d'une technique en fonction de la tâche, du type d'information non géométrique et du contexte géométrique.

INFRASTRUCTURE D'EVALUATION DES TECHNIQUES

Dans le but d'évaluer les techniques de représentation, nous avons développé une infrastructure composée de cinq éléments : une scène 3D; un ensemble d'informations non-géométriques liées aux objets de la scène; des implémentations de techniques de représentation; un ensemble de tâches; des scénarios utilisateur composés d'enchaînements de tâches à effectuer dans divers contextes géométriques.

Modélisation d'une scène 3D

Nous avons créé une scène représentant un modèle de ville en 3D avec des objets provenant de la banque de modèles *Google Sketchup 3D Warehouse* [11]. Nous avons composé la scène de manière à placer des objets remarquables dans divers contextes géométriques. Des interacteurs, sous forme de *widgets 3D*, ont été ajoutés à la scène pour permettre le déplacement de l'utilisateur d'un contexte à un autre.

Implémentation des techniques de représentation

Nous avons implémenté une sélection de techniques avec des scripts Ruby afin de pouvoir afficher les informations non-géométriques dans la scène 3D. Pour certaines techniques, nous avons placé l'information non-géométrique dans différentes couches (information layers) qui se superposent à la scène 3D. A titre d'exemple, la Figure 1 illustre la technique des *labels dynamiques* et la Figure 2 illustre la technique des *panneaux virtuels (virtual panels)*. Ces deux techniques ont

été implémentées grâce à des couches. La Figure 3 illustre la technique des *panneaux pop-up dynamiques* (*dynamic pop-up panels*) implémentée avec des scripts Ruby.

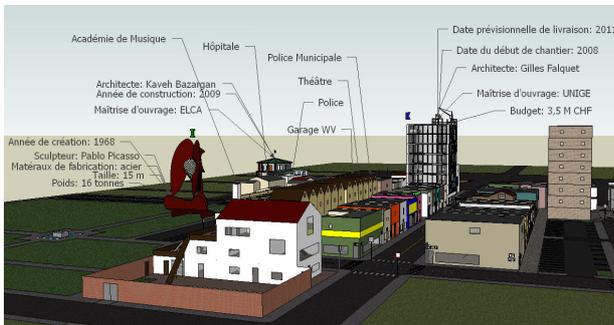


Figure 1 : enrichissement de l'environnement virtuel avec la technique des *labels dynamiques*



Figure 2 : enrichissement de l'environnement virtuel avec la technique des *panneaux virtuels*

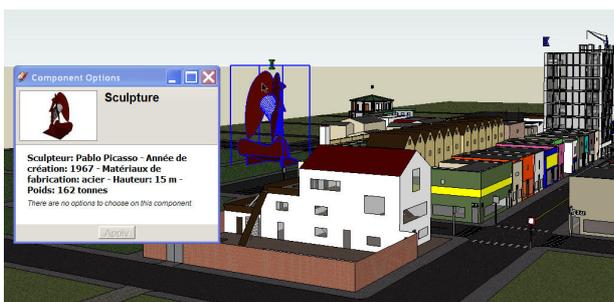


Figure 3 : enrichissement de l'environnement virtuel avec un *panneau pop-up dynamique*

Information non-géométrique

L'information non-géométrique consiste en un ensemble de textes, d'images et de relations en rapport avec des objets remarquables de la scène 3D. Ces informations sont en rapport avec le mobilier urbain, la préservation de l'environnement et l'efficacité énergétique des bâtiments. Par exemple, dans le cas d'une sculpture urbaine, les informations relatives au nom du sculpteur, l'année de création, les matériaux de fabrication, la taille et le

pois sont des informations non-géométriques. Dans le cas d'un bâtiment, les informations non-géométriques sont par exemple, des informations et recommandations pratiques qui figurent sur l'étiquette indiquant la classe énergétique du bâtiment. Comme exemples de relation entre deux objets remarquables, nous pouvons citer le lien entre un appartement et une petite parcelle qui lui est attribuée dans le jardin d'un immeuble (lien 1-1) ou encore un espace de jeux pour enfants et les appartements dont les enfants y ont accès (lien 1-n).

Tâches

Nous avons défini des tâches qui nécessitent d'accéder à la fois à l'information géométrique et non-géométrique. Il s'agira notamment de lire une information en rapport avec un objet remarquable ou de trouver un objet relié à un autre. Par exemple, déterminer à quelle classe énergétique appartient un bâtiment ou vérifier que l'espace de jeux pour enfants en lien avec un appartement est visible depuis tous les balcons de l'appartement. Il faut noter que ces tâches doivent être réalisables sans navigation dans la scène 3D ou avec une navigation élémentaire, le but n'étant pas d'évaluer les techniques de navigation.

Scénarios utilisateur

Un scénario est composé d'un enchaînement de tâches à effectuer dans divers contextes géométriques. Chaque contexte géométrique est décrit formellement à l'aide de paramètres, de manière à pouvoir le comparer à d'autres contextes. Ces paramètres géométriques sont utilisés pour concevoir des scénarios utilisateur qui illustrent la diversité des situations de représentation de l'information non géométrique. Le but est de réutiliser l'évaluation des tâches dans des situations de conception similaires et donc de rendre la grille d'évaluation la plus générique possible. En se basant sur les travaux de d'Elmqvist et al. [8] nous avons identifié quatre paramètres qui caractérisent le contexte géométrique relatif à un objet cible:

- dimensions de l'objet cible,
- complexité de l'objet cible : niveau de détail,
- densité autour de l'objet cible: nombre d'objets dans une unité de volume donné,
- sous-espace de visibilité relatif à un objet cible et à des objets qui lui sont reliés.

Procédure d'utilisation de l'infrastructure

Chaque utilisateur doit, dans un premier temps, s'entraîner à utiliser l'environnement virtuel et apprendre à utiliser les commandes de la souris et du clavier pour contrôler son interaction et évoluer dans la scène 3D en fonction d'un scénario d'entraînement. Après le déroulement de la phase d'entraînement, l'utilisateur doit effectuer un ou plusieurs scénarios. L'analyse des performances (temps de réalisation, nombre d'erreurs, etc.) d'un ensemble d'utilisateurs permettra de remplir les cases de la grille d'évaluation correspondant aux techni-

ques choisies pour les tests en fonction de l'information à afficher, aux contextes géométriques et aux tâches des scénarios. Cette grille d'évaluation nous permettra, par la suite, de comparer l'utilisabilité des techniques et d'identifier la technique de représentation de l'information non-géométrique la plus appropriée.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La contribution de cette recherche est essentiellement une infrastructure d'évaluation pour comparer l'utilisabilité de techniques de représentation de l'information non-géométrique dans des environnements 3D. Cette infrastructure est composée d'une scène 3D, d'informations non-géométriques liées aux objets de la scène, des implémentations de techniques de représentation; un ensemble de tâches et des scénarios utilisateur composés d'enchaînements de tâches à effectuer dans divers contextes géométriques. Cet environnement est prévu pour être étendu par l'ajout de nouvelles techniques de représentation au fur et à mesure de leur création. La prochaine étape consistera à définir les scénarios utilisateurs comprenant des tâches à effectuer dans divers contextes géométriques. Ensuite, il s'agira de mettre au point le protocole expérimental et procéder à des tests avec des utilisateurs de manière à remplir la grille d'évaluation que nous avons définie.

BIBLIOGRAPHIE

- Bach, C. , Scapin, D. L. 2005. Critères Ergonomiques pour les Interactions Homme-Environnements Virtuels: Définitions, justifications et exemples. Rapport Technique no 5531. Rocquencourt, France: INRIA Rocquencourt.
- Bazargan, K., Falquet, G. 2009. Specifying the Representation of Non-geometric Information in 3D Virtual Environments. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction*, 19-24 July 09, San Diego, CA , USA.
- Bell, B., Feiner, S., and Höllerer, T. 2001. View management for virtual and augmented reality. In *Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User interface Software and Technology* (Orlando, Florida, November 11 - 14, 2001). UIST '01. ACM, New York, NY, pp. 101-110.
- Bilasco, I.-M., Villanova-Olivier, M., Gensel, J. et Martin, H. 2007. Sémantique et modélisation de scènes 3D, *Revue ISI*, Ed. Lavoisier Volume 12, no 2/2007, 2007, pp. 121 - 135.
- Billinghurst, M. 2008. Usability testing of augmented/mixed reality systems. In *ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Courses*. SIGGRAPH Asia '08. ACM, New York, NY, pp. 1-13.
- Bowman, D. A., Gabbard, J. L., and Hix, D. 2002. A survey of usability evaluation in virtual environments: classification and comparison of methods. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 11, 4 (Aug. 2002), pp. 404-424.
- Bowman, D.A., Kruijff, E., Laviola, J. and Poupyrev, I. 2004. *3D User Interfaces theory and practice*. Ed. Addison Wesley.
- Elmqvist, N. and Tsigas, P. 2008. A Taxonomy of 3D Occlusion Management for Visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 14, 5 (Sep. 2008), pp. 1095-1109.
- Gabbard, J. L., Hix, D. 1997. A taxonomy of usability characteristics in virtual environments. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Gabbard, J. L., Hix, D., and Swan, J. E. 1999. User-Centered Design and Evaluation of Virtual Environments. *IEEE Comp. Gra. Appl.* 19, 6, pp. 51-59.
- Google Sketchup 3D Warehouse. Disponible à l'adresse <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>
- Grammenos, D., Mourouzis, A., and Stephanidis, C. 2006. Virtual prints: Augmenting virtual environments with interactive personal marks. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.* 64, 3 (Mar. 2006), pp. 221-239.
- Jankowski, J., Irzynska, I., McDaniel, B., and Decker, S. 2009. 2LIPGarden: 3D hypermedia for everyone. In *Proceedings of the 20th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia* (Torino, Italy, June 29 - July 01, 2009). HT '09. ACM, New York, NY, 129-134.
- Polys, N. F. 2006. Display Techniques in Information-Rich Virtual Environments. Doctoral Thesis. UMI Order Number: AAI3241161., Virginia Polytechnic Institute & State University.
- Stanney, K. M., Mollaghasemi, M., Reeves, L., Breaux, R., and Graeber, D. A. 2003. Usability engineering of virtual environments (VEs): identifying multiple criteria that drive effective VE system design. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.* 58, 4, pp. 447-481.
- Swan II, J. E., Gabbard, J. L., Hix, D., Schulman, R. S., and Kim, K. P. 2003. A Comparative Study of User Performance in a Map-Based Virtual Environment. In *Proceedings of the IEEE Virtual Reality 2003* (March 22 - 26, 2003). VR. IEEE Computer Society, Washington, DC, 259.
- Vanderdonckt, J. 1998. Règles ergonomiques de sélection d'objets interactifs pour une information simple, Actes des 3ième Colloque en Ergonomie et Informatique Avancée ERGO-IA'98, M.-F. Barthet (ed.), ESTIA/ILS, Bidart, 1998, pp. 250-259.