

# Faciliter la perception de l'interaction lors de manipulations coopératives simultanées en environnements virtuels 3D

*Thierry Duval*

IRISA - Siames  
Campus de Beaulieu  
35042, Rennes cedex, France  
thierry.duval@irisa.fr

*Aurélien Fenals*

IRISA - Siames  
Campus de Beaulieu  
35042, Rennes cedex, France  
aurelien.fenals@irisa.fr

## RESUME

Nous cherchons ici à faciliter la prise de conscience des interactions par des utilisateurs dans le domaine des environnements virtuels, et plus particulièrement celui des environnements coopératifs, dans lesquels il s'agit alors de faire prendre conscience à un utilisateur non seulement de ses interactions avec les objets de l'univers, mais également des interactions des autres utilisateurs avec les objets de l'univers. Enfin, comme plusieurs utilisateurs peuvent interagir simultanément avec le même objet, le comportement d'un objet peut être issu de la résultante des interactions de chaque utilisateur, ce dont il faut alors rendre compte si l'on souhaite que l'utilisateur puisse aisément comprendre pourquoi l'objet en interaction ne répond pas directement et seulement aux sollicitations qu'il lui propose. Nous présentons donc ici quelques métaphores d'interactions en environnements virtuels 3D visant à faciliter la prise de conscience des interactions coopératives par les utilisateurs.

**MOTS CLES** : Métaphores d'interaction 3D, Interactions coopératives, Coopération en univers virtuels, Réalité Virtuelle.

## ABSTRACT

This paper describes how we propose to help a user of a 3D collaborative virtual world to be aware of his interactions with the objects of the universe as well as to be aware of the interactions of the other users in the universe. As several users can interact simultaneously with the same shared interactive object, the behavior of such an interactive object can result from the addition of all the concurrent interactions, and it has to be explicitly

shown to the users in order to let them understand why the object does not behave as it should (i.e. such as it would if there was only one user in interaction). So we present here some metaphors for collaborative interactions within 3D virtual worlds that can ease the awareness of such collaborative interactions for the users.

**KEYWORDS** : Metaphors for 3D interaction, Cooperative interactions, Cooperation within virtual worlds, Virtual Reality.

## INTRODUCTION

La collaboration en environnements virtuels est une problématique de plus en plus souvent rencontrée dans les applications de Réalité Virtuelle, comme le montrent de nombreux travaux de recherche [6][9][12][16]. Ainsi, de plus en plus d'environnements de développement permettent de réaliser des applications de réalité virtuelle, destinées à un utilisateur ou à plusieurs utilisateurs simultanés, comme DIVE [1], Massive [10], ARéVi [14] ou encore Open-MASK [13], le successeur de GASP [4][5]. Dans toutes ces applications de Réalité Virtuelle, on se rend compte rapidement qu'il est nécessaire de fournir un maximum d'informations à l'utilisateur, que ce soit tout simplement pour l'aider à mieux comprendre ses propres interactions, ou encore, dans le cadre des univers virtuels coopératifs, pour mieux lui faire prendre conscience de la présence et des interactions des autres utilisateurs.

Pour un utilisateur, la perception de ses interactions peut se faire facilement en associant une représentation 3D aux outils qui lui permettent de manipuler les objets de l'univers et ensuite en indiquant en plus une information sur les objets en interaction comme dans [2] et [8]. La perception des autres utilisateurs est quant à elle souvent réalisée en associant tout simplement ici encore une représentation graphique à chaque utilisateur, généralement appelée avatar, que chacun peut voir évoluer dans l'univers, en lui associant parfois des attributs supplémentaires comme son champ de vision [11][15]. On règle

généralement ainsi le problème de la perception des autres, de leurs interactions et bien entendu des interactions de l'utilisateur.

Reste le problème de la perception des interactions coopératives simultanées sur un même objet virtuel, lorsque l'environnement virtuel le permet, ce qui est rarement le cas, mais qui est possible dans les applications construites autour de notre environnement Open-MASK, et c'est pourquoi nous cherchons à intégrer à cette plate-forme de développement des outils permettant à plusieurs utilisateurs d'être efficaces lors de telles interactions coopératives, en ayant la meilleure perception possible des actions des autres utilisateurs.

En effet, les métaphores usuelles (rayon virtuel, main virtuelle, curseur 3D) qui s'appliquent fort bien lors d'interactions mono-utilisateur, posent des problèmes pour les interactions réellement coopératives, c'est-à-dire lorsque plusieurs utilisateurs ont le droit d'agir simultanément sur un même objet. Par exemple, si l'on saisit un objet à l'aide d'une main virtuelle, l'usage voudrait que cet objet reste, durant le temps de l'interaction, au même endroit que la main, et donc que cet objet se déplace en même temps que l'outil qui le manipule (la main virtuelle dans cet exemple). Or, si plusieurs utilisateurs prennent simultanément le contrôle d'un même objet, on ne va pas pouvoir à la fois permettre aux utilisateurs de placer leur outil de manipulation où ils le souhaitent et contraindre l'objet partagé à rester attaché à chacun des outils. Si les dispositifs d'interaction de chaque utilisateur offraient un retour d'effort, il serait possible de contraindre chaque interacteur physique à se placer en une position résultant des efforts cumulés de chacun, mais de telles situations sont rares, et nous souhaitons couvrir un champ d'interactions plus large autorisant des dispositifs d'interactions variés (clavier, souris, souris 3D, joystick, capteurs magnétiques, etc.). Nous allons donc plutôt ici proposer des métaphores permettant de concilier libre placement de l'outil d'interaction avec placement de l'objet manipulé en une position résultante des efforts cumulés tout en explicitant à l'utilisateur pourquoi l'objet en interaction ne se place pas là où il le devrait, c'est-à-dire là où il serait si l'utilisateur était seul en interaction.

#### UN OUTIL D'INTERACTION : LE RAYON VIRTUEL

Dans nos applications interactives, nous manipulons couramment des objets à l'aide d'un outil assez simple : un rayon virtuel associé à un support. Ce rayon est capable de saisir des objets à distance à l'aide d'un protocole de dialogue qui ne sera pas présenté ici. Les métaphores présentées dans cet article sont destinées avant tout à cet outil. Comme le montrent les différentes illustrations qui suivent, chaque rayon est piloté par un support ici représenté par un objet 3D (un cône), ce support pour-

rait être invisible dans le cas où il serait associé à un capteur magnétique pour pointer les objets.

#### L'ELASTIQUE

C'est la première métaphore que nous proposons ici pour donner une information à l'utilisateur lui mettant en évidence que ses efforts ne parviennent pas à contrôler totalement un objet : si cet objet ne suit pas la trajectoire imposée par l'interacteur, à cause d'une contrainte qui peut lui être par exemple imposée par un autre utilisateur, un élastique va s'étirer entre l'interacteur et l'objet (cf figure 1). Cet élastique représenté par un cylindre de taille variable forme un lien direct avec l'objet et par conséquent on voit tout de suite qui interagit avec l'objet, pourquoi l'objet n'est pas présent au bout d'un des rayons, et l'endroit où chaque utilisateur espérait en fait placer l'objet (l'endroit où l'élastique rejoint le rayon).

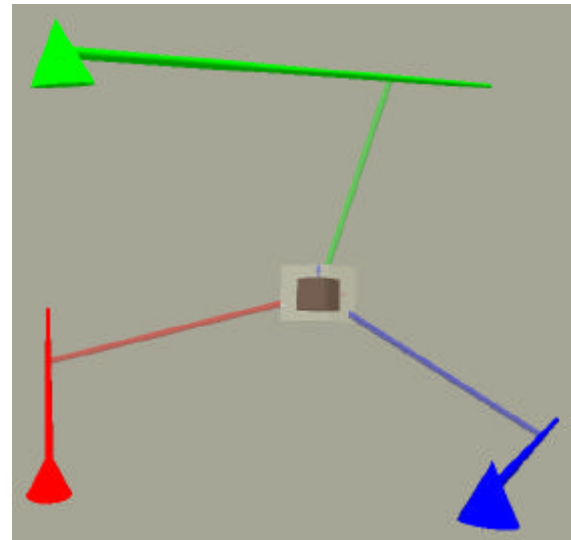


Figure 1: Trois rayons interagissent avec le cube.

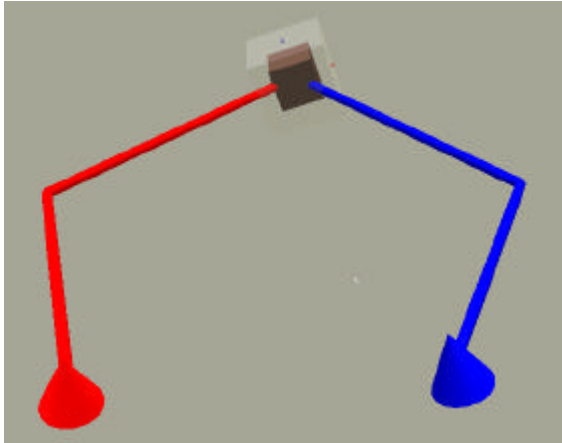
Du fait de sa simplicité, la métaphore de l'élastique peut s'appliquer à quasiment tout les outils d'interaction. Prenons le cas où on utiliserait une main virtuelle pour saisir les objets, si l'objet sélectionné était déjà manipulé alors on verrait un élastique partir de la paume de la main pour arriver sur l'objet. Il en serait de même avec un curseur 3D. Cette simplicité possède aussi un défaut, elle ne fournit pas suffisamment d'informations pour rendre la manipulation aussi intuitive que si l'on interagissait avec un système à retour d'effort. Pour améliorer la perception de l'utilisateur, il faut proposer des métaphores plus proches de l'outil utilisé pour la manipulation.

#### LE RAYON COUDE

C'est notre seconde métaphore, propre aux rayons, que nous allons proposer pour informer l'utilisateur des contraintes qui empêchent l'objet de suivre le rayon. Cette métaphore du rayon coudé va d'une part jouer sur la taille du rayon pour lui permettre d'atteindre exacte-

ment l'objet manipulé, et d'autre part le plier afin qu'il pointe toujours l'objet manipulé. Comme le montre la figure 2, les deux rayons qui manipulent l'objet sont pliés en leur milieu afin de toujours avoir un lien avec l'objet manipulé.

On peut regretter ici de ne plus être informé de l'endroit exact où devrait se trouver l'objet manipulé.



*Figure 2:* Tout en n'étant plus dirigé vers l'objet, l'extrémité du rayon reste en contact avec le cube.

Diverses solutions permettraient de corriger ce défaut, comme la présence d'un objet (par exemple l'objet lui-même en semi-transparente) à l'endroit où l'objet en interaction serait si un seul utilisateur interagissait avec lui. Une telle visualisation pourrait également enrichir les autres métaphores présentées dans cet article.

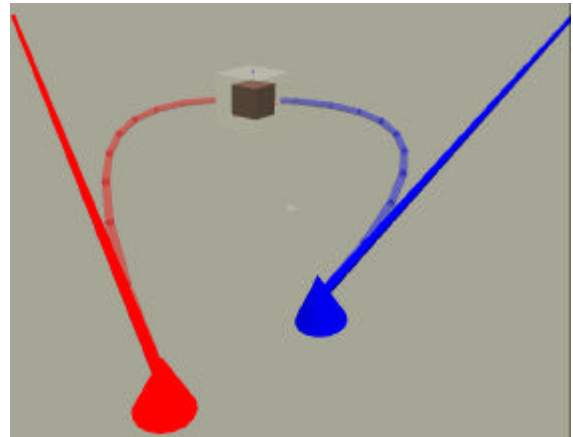
### LE RAYON DÉFORMABLE

Le rayon déformable respecte le même principe que le rayon coudé, c'est-à-dire que l'extrémité du rayon déformé sera toujours en contact avec l'objet manipulé. En plus du rayon déformé, le rayon initial est laissé pour un meilleur retour visuel de l'interaction à l'utilisateur. La figure 3 montre bien que les déformations apparaissent lorsque plusieurs rayons manipulent le même objet. La déformation du rayon est proportionnelle à l'intensité du mouvement apporté par l'interacteur.

Ici encore, on perd l'information d'où devrait se trouver l'objet manipulé s'il n'y avait pas de contraintes sur lui. On peut aisément récupérer cette information en calculant et ajustant la longueur du rayon à partir de la position initiale de l'objet (initialement, pour attraper l'objet, le rayon doit le désigner, la déformation n'intervient qu'ensuite). A partir de là, l'extrémité du rayon représente l'endroit où devrait se trouver l'objet.

Le principe de la déformation peut lui aussi être appliqué à d'autres interacteurs. Prenons le cas d'une main vir-

tuelle qui puisse saisir des objets : afin de bien montrer qu'il existe un lien entre l'objet et la main, on pourrait, par exemple, étirer les doigts de la main.



*Figure 3:* L'objet n'étant pas au bout des rayons, les déformées permettent de faire le lien entre l'objet et les rayons.

### REALISATIONS

Les 3 métaphores présentées ici ont été implémentées au sein de l'environnement GASP 2.6, l'ancêtre d'OpenMASK, dans le cadre d'un stage de DEA IRI-SA/IFSIC [7]. Elles seront par la suite portées au dessus de notre plate-forme OpenMASK.

Des mécanismes de dialogue entre les interacteurs et les objets manipulables, similaires à ceux utilisés pour nos métaphores sont par ailleurs décrits dans [3]. Ces mécanismes de dialogue ont ici été adaptés afin d'autoriser plusieurs utilisateurs à interagir simultanément sur un même objet partagé.

### CONCLUSION

Les métaphores présentées dans cet article représentent nos premiers essais pour rendre compte aux utilisateurs des contraintes qui peuvent s'exprimer sur des objets lors d'interactions. Dans le cadre d'univers 3D coopératifs, ces contraintes peuvent apparaître à cause d'interactions d'autres utilisateurs, mais d'une façon plus générale elles peuvent exister dans bien d'autres situations, en particulier dans le cas où des contraintes mécaniques existent, dues par exemple au respect de l'existence de liaisons mécaniques entre objets. Les métaphores que nous avons présentées ici doivent pouvoir s'adapter à ces deux cas de figures : contraintes de coopération et/ou mécaniques. Enfin, deux des métaphores présentées : l'élastique et la déformation, sont susceptibles de s'appliquer non pas au seul rayon mais aussi à différents outils d'interaction comme le curseur 3D ou la main virtuelle.

## PERSPECTIVES

Les quelques métaphores d'interaction présentées ici sont pour le moment une preuve de faisabilité technique de la mise en évidence des contraintes coopératives ou mécaniques existant dans les interactions en univers 3D. Elles sont destinées d'une part à être améliorées pour offrir plus d'informations aux utilisateurs, et d'autre part à être étendues afin de trouver les meilleures métaphores à utiliser en fonction de la nature de la tâche à réaliser. Enfin, il s'agira d'évaluer l'apport de ces métaphores à l'aide d'expérimentations mettant des utilisateurs en situation d'interaction coopérative, avec ou sans ces aides.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Carlson C. and Hagsand O. DIVE - a platform for multi-user virtual environment. *Computer and Graphics*, 1993, vol. 17(no. 3) : pp. 663-669.
2. Champalaune L. et Guichard L. Mise en évidence des interactions au sein de la plate-forme GASP. *Rapport de mini-projet DIIC*, Jan 2001.
3. Duval T. et Le Tenier C. Interactions 3D coopératives en environnements virtuels avec OpenMASK pour l'exploitation de données techniques. In *Virtual Concept 2002*, Octobre 2002.
4. Duval T. and Margery D. Using GASP for collaborative interaction within 3d virtual worlds. In *Virtual World*. ACM.
5. Duval T. and Margery D. Building Objects and Interactors for Collaborative Interactions with GASP. In *CVE'2000*, ACM, San Francisco, USA, sep 2000.
6. Duval T., Regincòs J., Chauffaut A., Margery D., and Arnaldi B. Interactions collectives locales en immersion dans des univers virtuel 3D avec GASP. In *IHM'99*. ACM, 1999.
7. Fenals A. Métaphores d'interaction dans un univers 3D coopératif. Rapport de Stage de DEA, IFSIC/IRISA, 2002.
8. Fraser M., Benford S., Hindmarsh J., and Heath C. Supporting awareness and interaction through collaborative virtual interfaces. In *UIST'99*, volume 1, pp. 27-36, Asheville, NC, 1999. ACM.
9. Frécon E. and Avatare Noü A. Building distributed virtual environments to support collaborative work. In *VRST'98*, pp. 105-113, Taipei, TAIWAN, nov 1998. ACM.
10. Greenhalg C. and Benford S. MASSIVE : a distributed virtual reality system incorporating spatial trading. In *Proceedings of the 15th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'95)*, pp. 27-35, Los Alamitos, USA, june 1995. IEEE Computer Society Press.
11. Hindmarsh J., Fraser M., Heath C., Benford S., and Greenhalgh C. Fragmented interaction : Establishing mutual orientation in virtual environments. In *CSCW'98*, pp. 217-226, Seattle Washington, USA, 1998. ACM.
12. Lalioti V., Garcia C., and Hasenbrink F. Virtual meeting in cyberstage. In *VRST'98*, pp. 205-212, Taipei, TAIWAN, nov 1998. ACM.
13. Margery D., Arnaldi B., Donikian S., Chauffaut A., and Duval T. OpenMASK: {Multi-threaded|Modular} Animation and Simulation {Kernel|Kit}: a General Introduction. In *VRIC'2002*, Laval, France, jun 2002.
14. Reignier P., Harrouet F., Morvan S., Tisseau J., and Duval T. ARéVi : A virtual reality multiagent platform. In *Proceedings of the First International Conference on Virtual Worlds (VW'98)*, Artificial Intelligence series, pp. 229-240, Paris, jul 1998. Lecture Notes in Computer Science.
15. Rouillé M. Faciliter la prise de conscience de la coopération en univers 3D. Rapport de Stage de DEA, IFSIC/IRISA, 2001.
16. Suleiman M, Cart M., and Ferrié J. Concurrency... in a distributed collaborative environment. In *GROU-P'97*, Phoenix Arizona USA, 1997. ACM.