



Interaction Collaborative Immersive

Gestion intuitive et/ou naturelle des interactions collaboratives en situations immersives co-localisées et distantes

Sujet thèse de Doctorat en Informatique proposé par *P. Bourdot* (Groupe VENISE)

Résumé

Le groupe VENISE de Réalité Virtuelle et Augmentée (RV&A) du LIMSI a mis en service, début 2010, le système EVE (voir : <http://www.limsi.fr/venise/EVEsystem>), un grand dispositif immersif unique au monde qui permet : (i) des collaborations immersives « co-localisées » grâce à une technologie de multi-stéréoscopie, (ii) la simulation de collaborations immersives « distantes » grâce à sa reconfigurabilité en deux dispositifs immersifs distincts, (iii) des interactions multi-sensorimotrices (audio 3d, haptique, commandes multimodales vocales et gestuelles...). Au surplus, le partenariat de l'équipe VENISE à l'Equipex DIGISCOPE va permettre la mise en réseau du système EVE avec d'autres équipements collaboratifs. Dans ce contexte, l'objet de cette thèse est l'étude des interactions collaboratives en situations immersives, que ces immersions soient co-localisées (cf. multi-stéréoscopie) ou distantes. Elle vise la conception de supports intuitifs ou naturels pour gérer ces interactions collaboratives immersives, supports à ce jour peu étudiés. En situation d'immersion co-localisée, par exemple, il convient de gérer la cohabitation des utilisateurs mais aussi de traiter leur co-localisation en réel par rapport à leur non co-localisation en virtuel. En situation d'immersion distante, il est nécessaire d'élaborer des interfaces qui permettent de passer des phases de dialogue aux phases de co-action sans surcharge cognitive. Dans les deux cas d'immersion collaborative enfin, des travaux doivent être menés pour savoir comment donner aux utilisateurs la conscience de la présence des acteurs et de leurs focus. Au final, l'ensemble des concepts étudiés seront intégrés dans une même plateforme pour être évalués sur des scénarios d'usage à caractère industriel (conception collaborative, formation au montage tuteur/apprenti...).

1. Positionnement

Quand on parle de CVE (Collaborative Virtual Environment), plusieurs aspects peuvent être considérés : le rendu immersif (i.e. la technologie RV utilisée), l'interaction (règles, type), voire des études sur le comportement des utilisateurs et les activités rendues possibles dans de tels systèmes. [1] ont présenté un modèle spatial d'interaction basé sur plusieurs concepts (aura, foyer, nimbus, adaptateurs et frontières) visant à gérer la dimension sociale des activités des utilisateurs dans des environnements virtuels partagés. [2] a analysé les modèles existants pour les environnements virtuels distribués et a proposé une méthode pour contrôler des interactions concourantes dans de tels environnements. Trois niveaux d'interaction collaborative ont été identifiés par [3] : coopération de base, tâche coopérative, et enfin manipulation coopérative. Pour permettre le niveau le plus élevé, des règles doivent être définies pour gérer les accès des utilisateurs [4].

Les interactions collaboratives avec des technologies de Réalité Virtuelle peuvent être distantes et/ou co-localisées. Quand elles sont co-localisées, il convient de donner une perception de la profondeur qui soit exacte pour plusieurs utilisateurs. La double-stéréoscopie est aujourd'hui disponible sur deux systèmes de type CAVE en Europe (Université du Bauhaus de Weimar [5], et le système EVE de l'équipe VENISE du LIMSI). [6] ont démontré que la séparation active (obturateur ou shutter glass) des utilisateurs et la séparation passive (polarisation circulaire) pour perception binoculaire de la profondeur, est l'approche la plus prometteuse. Certains travaux en cours visent à concevoir des projecteurs permettant une multi-stéréoscopie pour 4 à 10 personnes [7]. Au demeurant, leur solution n'est pas optimale en terme acoustique, chose peu compatible avec la reconfigurabilité et les solutions ambisoniques dont voulait disposer l'équipe VENISE dans le système EVE.

Par ailleurs, en situation immersive distante, favoriser l'activité cognitive de la collaboration suppose déjà d'avoir conscience des différents coopérants, de même que de leur action. Pour ce faire, il semble nécessaire de revisiter certains concepts de la RV comme celui de la « présence ». La sensation de présence en RV est souvent associée à la qualité de l'immersion. Par ailleurs, accroître cette sensation est supposé passer par l'augmentation du réalisme de l'interaction par l'apport de nouvelles modalités. Les caractéristiques multi-sensorimoteur du système EVE de l'équipe VENISE permet d'étudier les conditions d'une amélioration

effective de l'immersion ou des performances des sujets dans les tâches à accomplir. Cependant, [8] souligne que cette multiplication des canaux ne fournit pas en soi des stimuli cohérents et significatifs, pourtant primordiales pour la focalisation de l'utilisateur sur sa tâche immersive. De plus [9] a montré qu'une sensation de présence dépend aussi de facteurs cognitifs. [10] a par exemple mis en évidence l'importance du concept d'« affordance »¹ comme composante de la présence. Mais que deviennent ces différentes dimensions de la présence pour des tâches immersives à caractère collaboratives ?

2. Objectifs

L'objectif général de cette thèse est de créer une plateforme logicielle complète susceptible de gérer de façon unifiée les interactions collaboratives immersives tant co-localisées que distante.

La collaboration immersive « co-localisées » (axe 1) est celle que les technologies multi-stéréoscopiques rendent possible dans des systèmes de type CAVE. Elle pose en particulier deux types de problèmes.

Si l'on considère par exemple l'avatar visuel d'un acteur de la collaboration, celui-ci sera le plus souvent spatialement disjoint par rapport à l'acteur réel au sein du dispositif d'immersion co-localisée. Dès lors, si l'acteur en question dialogue avec d'autres acteurs, ces autres acteurs risquent d'être perturbés par le fait que le signal audio réel ne soit pas en correspondance spatiale avec l'avatar de cet acteur. Des expérimentations doivent donc être menées pour évaluer l'impact de ces **incohérences visio-auditive**, et déterminer les situations dans lesquelles il conviendra d'utiliser un paradigme de collaboration immersive basé sur des avatars.

La collaboration immersive co-localisée pose aussi la question de la gestion de la **cohabitation spatiale** des collaborateurs. Ainsi, les acteurs d'une telle collaboration sont susceptibles d'**occulter** mutuellement la scène virtuelle dans laquelle ils interviennent, ou à l'inverse d'**entrer en collision** s'ils sont respectivement hors champ les uns des autres. Des techniques de navigations virtuelles peuvent prévenir ces problèmes de cohabitation immersive, mais posent un ensemble de questions qui va de leur paramétrage aux problèmes perceptifs qu'ils induisent (cf. *cyber sickness*).

Concernant la collaboration immersive « distante » (axe 2), si de nombreux paradigmes interactifs existent, ceux-ci ont été peu étudiés sous l'angle de la **sensation de « présence »** requise au cours d'une tâche collaborative immersive.

L'objectif est donc d'étudier les représentations immersives à donner aux acteurs distants, pour qu'ils aient, non seulement la sensation d'être présent dans la scène distante (ou **télé-présent**), mais qu'ils aient aussi conscience de l'autre (ou **présence « sociale »**). En effet, selon les situations de travail, on va vouloir favoriser la sensation de présence des différents acteurs, mais aussi faciliter les phases de dialogues. Pourtant la plupart des travaux dans le domaine de la collaboration immersive distante s'intéresse exclusivement à la co-action. Il convient d'étudier comment faciliter les phases dialogues spatiaux-verbaux, soit qui précèdent des co-actions, soit qui accompagnent des actions d'un coopérant supervisé ou guidé par l'autre.

On se propose donc de revisiter les différents concepts des sciences de la perception et de la cognition, de sorte à concevoir de nouveaux paradigmes d'interaction immersive permettant de développer la sensation de présence des coopérants entre eux. En termes d'« affordance » de ces paradigmes, on s'intéressera par exemple à différentes représentations des acteurs distants dans le dispositif immersifs. En termes d'« implication » on évaluera l'efficacité de ces paradigmes pour le dialogue à distance. Au surplus, la co-localisation virtuelle des acteurs n'étant pas forcément permanente, leurs focus sont souvent divergents, de sorte qu'il convient de mettre en place des guides virtuels permettant de prendre conscience des actions d'autrui.

3. Résultats attendus et critères de succès

Cette thèse vise globalement à relever des défis en termes de **perception sensorimotrice**, de **gestion de l'espace de travail**, de **sensation de présence** dans des situations de collaboration immersive. L'approche

¹ Introduit dès 1977 par *J. J. Gibson* l'affordance est l'ensemble de toutes les possibilités d'action offerte par un environnement (ou un objet) à un utilisateur.

proposée est d'élaborer des mécanismes « intelligents » basés sur des critères perceptifs et cognitifs qui, combinés à des paradigmes interactifs multi-sensorimoteurs (stéréoscopie, haptique, audio) voire multimodaux (reconnaissance de la parole et des gestes), permettront de faciliter le travail collaboratif immersif. Outre la conception de nouveaux paradigmes d'interactions, l'objectif est de créer un ensemble cohérent de solutions qui couvre les différents types, états ou mode de collaborations immersives (rôles des acteurs, phases de la coopération, nature distante ou co-localisée de la collaboration immersive...).

Pour valider ces solutions, des expérimentations ergonomiques ciblées participeront tout d'abord à l'élaboration des nouveaux paradigmes d'interactions. Une fois intégrés au sein d'une plateforme logicielle générique à la collaboration immersive, des scénarios d'usages seront implémentés à l'aide de cette plateforme pour évaluer de façon globale l'apport de ces solutions en termes d'activité collaborative immersive. Ces scénarios, qui feront sens aussi bien en situation co-localisée que distante, seront définis en collaboration avec des partenaires industriels. Ils seront réalisés et évalués en profitant des capacités du système EVE, et de l'implication de l'équipe VENISE dans l'Equipex DIGISCOPE.

4. Plan de travail

M1-M3 : Etudes Bibliographiques
M3-M6 : Spécification détaillée de scénarios d'usage
M7-M15 : Recherche, développement, évaluations et publication sur Axe 1
M16-M24 : Recherche, développement, évaluations et publication sur Axe 2
M25-M30 : Intégration, validation et publication sur les scénarios d'usage
M31-M36 : Rédaction et soutenance de la thèse

5. Pré-requis

Master Recherche en Informatique, dont le stage aura porté exclusivement sur des problématiques de Réalité Virtuelle ou Augmentée. Une expérience en Environnement Virtuel Collaboratif serait un plus.

6. Encadrement

Directeur de Thèse: Dr. **Patrick Bourdot** – CR1, HdR (pb@limsi.fr - Tel: 33 1 69 85 81 75)
Equipe: Groupe de RV&A « **VENISE** » (<http://www.limsi.fr/venise>)
Laboratoire: **CNRS/LIMSI (UPR 3251)**
Lieu de la thèse : Université Paris Sud, **Bâtiment 512**, Orsay.
Adresse administrative : LIMSI, Université Paris Sud, Bâtiment 508, B.P. 133, 91403 Orsay cedex.

7. Références

- [1] Benford S., Bowers J., Fahlen L., Mariani J., Rodden T.: Supporting cooperative work in virtual environments. *The Computer Journal* 37, 8 (1994), 653.
- [2] Broll W.: Interacting in distributed collaborative virtual environments. In *VRAIS'95: Proceedings of the Virtual Reality Annual International Symposium* (Washington, DC, USA, 1995), IEEE Computer Society, p. 148.
- [3] Margery D., Arnaldi B., Plouzeau N.: A general framework for cooperative manipulation in virtual environments. In *Virtual Environments* (1999), vol. 99, pp. 169–178.
- [4] Pinho M. S., Bowman D. A., Freitas C. M.: Cooperative object manipulation in immersive virtual environments: framework and techniques. In *VRST '02: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology* (New York, NY, USA, 2002), ACM, pp. 171–178.
- [5] B. Fröhlich, J. Hoffmann, K. Klueger, J. Hochstrate *Implementing Multi-Viewer Time-Sequential Stereo Displays Based on Shuttered LCD Projectors* Immersion Projection Technology workshop (IPT 2004).
- [6] B. Fröhlich, R. Blach, O. Stefani, J. Hochstrate, J. Hoffmann, K. Klüger, M. Bues *Implementing Multi-Viewer Stereo Displays*. The 13th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision'2005 (WSCG 2005).
- [7] R. Blach et al. *IMVIS: Immersive multi-view system for co-located collaboration* - FP7 ICT program of the European Union - <http://www.imvis-eu.org>
- [8] P. Gänder. Two myths about immersion in new storytelling media. *Lund University Cognitive Studies*, 80, 1999.
- [9] R. Cassinis and M. Terceros Rojas. Intelligent telepresence : Introducing virtual reality in advanced robots. *Lecture Notes in Computer Science*, 745:368–??, 1993.
- [10] J.-C. Lepecq, L. Bringoux, J.-M. Pergandi, T. Coyle, and D. Mestre. Afforded actions as a behavioral assessment of physical presence. *Presence*, 7(3):202–208, 1998.