

RÉFÉRENTIELS SPATIAUX DES TÂCHES D'INTERACTION ET CARACTÉRISTIQUES DE L'UTILISATEUR INFLUENÇANT LA PERFOR- MANCE EN RÉALITÉ VIRTUELLE

Florence TYNDIUK

Thèse de sciences cognitives, université de Bordeaux, présentée le 2 déc. 2005

Mél : tyndiuk@idc.u-bordeaux2.fr

Thesis title — *Spatial frames of reference of interaction tasks and users' characteristics that influence virtual reality performance*

Titolo della tesi — *Sistemi di riferimento spaziale durante sperimenti d'interazione e caratteristiche del soggetto che influenzano la performance in ambiente virtuale*

Titulo da tese — *Referenciais espaciais das tarefas de interação e características do usuário influenciando o desempenho em realidade virtual*

Titulo de la tesis — *Referenciales espaciales de las tareas de interacción y características del Usuario que influyen sobre el resultado en realidad virtual*

Dans le paysage des nouvelles technologies, une nouvelle venue, la réalité virtuelle, a connu un surcroît d'intérêt de la part des industriels et des scientifiques depuis ces dernières années. La réalité virtuelle peut se définir comme une technologie permettant une interaction en temps réel avec un environnement tridimensionnel construit à partir d'une base de données d'images numériques (Wilson *et al.*, 1997). La notion de temps réel signifie que l'utilisateur ne perçoit pas de décalage entre son action sur le système et la réponse de celui-ci. Pendant longtemps domaine réservé de l'aviation, la réalité virtuelle est désormais accessible à de nombreux secteurs : la robotique, la conception, la médecine, l'éducation, les jeux, les arts, etc. (Fuchs et Moreau, 2003). La conséquence directe de ce développement est une diversification des utilisateurs. Désormais, la réalité virtuelle n'est plus réservée aux spécialistes. Il en résulte une nécessité d'adapter les interfaces à tous les utilisateurs. En effet, il est certain que l'interface proposée à l'utilisateur va jouer un rôle central dans l'interaction avec cette nouvelle technologie.

L'étude exhaustive de toutes les interfaces existantes étant impossible, nos travaux se sont limités à deux configurations d'interaction : celles basées sur l'utilisation d'écrans d'ordinateur et celles utilisant des écrans géants (également appelés murs immersifs). La première configuration permet de proposer des applications accessibles au grand public, par exemple, les jeux vidéo ou les applications de conception assistée par ordinateur. Cette configuration peut se définir comme peu immersive visuellement, en effet l'utilisateur perçoit toujours les limites de l'écran, son regard n'est donc pas immergé dans l'environnement virtuel. La seconde est basée sur la projection d'un environnement virtuel sur un mur ou tout autre support de grande taille. Si la surface de projection est suffisamment grande, plusieurs

utilisateurs peuvent alors interagir conjointement avec le système de réalité virtuelle. Tous les domaines nécessitant un travail collectif peuvent potentiellement tirer avantage de ce type de technologie (par exemple pour l'élaboration de prototype automobile, pour la visualisation de molécules, pour la formation). Cette seconde configuration peut se définir comme immersive visuellement, en effet, l'écran est suffisamment grand pour que l'utilisateur ne perçoive plus les limites de l'écran, son regard est alors totalement immergé dans l'environnement virtuel.

À long terme, l'objectif de cette recherche pourrait être de proposer des interfaces adaptées à ces configurations d'interaction (écran d'ordinateur et écran géant) et utilisables par le grand public. Cependant avant de pouvoir proposer des interfaces, une réflexion doit être menée sur la tâche à réaliser, mais également sur l'utilisateur potentiel de cette interface.

1. Tâches d'Interaction

La première réflexion devant être menée concerne les tâches d'interaction en réalité virtuelle. La majorité des applications de réalité virtuelle nécessite deux interactions principales : la manipulation des objets virtuels présents dans l'environnement artificiel et le contrôle du point de vue de l'utilisateur dans cet environnement également appelé locomotion (Bowman *et al.*, 1999). Le point de vue peut se définir comme la vue subjective qu'aurait l'utilisateur s'il était physiquement présent dans l'environnement. Lors de l'interaction avec un environnement virtuel, l'utilisateur doit adapter et transposer ses connaissances apprises en monde réel dans le monde virtuel (Morineau, 1996). Plus les différences entre les environnements réel et virtuel seront importantes, plus l'utilisateur aura des difficultés à se représenter de manière cohérente les conséquences de ses actions sur le système. Ces difficultés peuvent notamment provenir du fait que l'interaction demande une compréhension et une appréhension de l'espace différentes de celles des environnements réels.

C'est pourquoi, nous avons fait le choix de nous focaliser sur les différences entre les propriétés spatiales des environnements réels et des environnements virtuels. Cette étude comparative nous a permis de spécifier les différentes configurations spatiales dans lesquelles un utilisateur en interaction avec un système de réalité virtuelle peut se retrouver. L'analyse conjointe de ces différentes configurations et des modèles hiérarchiques des tâches de locomotion et de manipulation nous a permis de proposer de nouveaux modèles des tâches identifiant les situations d'interactions problématiques pour un utilisateur. En fonction de ces différentes configurations problématiques, le concepteur d'une application de réalité virtuelle devra contraindre les déplacements ou aider l'interaction grâce à des aides graphiques, à des retours haptiques, etc. Cette étude peut être affinée en proposant une réflexion sur les référentiels spatiaux utilisés par les utilisateurs pour interpréter les déplacements. Ainsi un utilisateur se basant sur un système de référence égoцентриque utilisera son point de vue dans l'environnement comme origine du système pour interpréter ses déplacements, tandis qu'un utilisateur se basant sur un système de référence exocentrique utilisera les objets et la scène comme référence pour interpréter ses déplacements dans l'environnement virtuel. Concernant cette gestion des référentiels spatiaux, la principale difficulté que nous avons identifiée, est l'adaptation de l'interface à ces référentiels (égoцентриque, exocentrique).

2. Utilisateurs

Le second axe de réflexion concerne l'utilisateur. Il résulte du constat de l'existence d'importantes différences inter-individuelles de performance lors de l'utilisation d'un système de réalité virtuelle. Ainsi, certains utilisateurs sont très rapidement performants et efficaces tandis que pour d'autres un temps d'adaptation et d'apprentissage, qui peut être plus ou moins long, est nécessaire. Afin de pouvoir proposer des aides aux utilisateurs, il nous a semblé pertinent de chercher à identifier les caractéristiques de l'utilisateur influençant sa performance en réalité virtuelle en fonction de la tâche qu'il doit réaliser (locomotion vs. manipulation) et de l'interface utilisée (configuration peu immersive visuellement, configuration immersive visuellement). En nous basant sur les modèles du traitement de l'information (Card *et al.* 1983, Wickens et Hollands, 2000) et sur les résultats expérimentaux antérieurs dont notamment ceux de Waller (2000) et de Cutmore *et al.* (2000), nous avons identifié les étapes du traitement de l'information (mémoire sensorielle, mémoire de travail, réponse motrice) et les caractéristiques de l'utilisateur (capacités spatiales, expérience en jeux vidéo, dépendance-indépendance à l'égard du champ) qui pourraient éventuellement influencer la performance d'interaction. Une expérience menée sur 88 étudiants non familiers des applications de réalité virtuelle a montré que les capacités spatiales, l'expérience en jeux vidéo et la dépendance-indépendance à l'égard du champ avaient un impact sur la performance. Cette expérimentation a été menée sur un écran ordinateur et un grand écran mais en conservant l'angle de vue de l'utilisateur constant. Ces deux configurations n'induisent donc que peu d'immersion visuelle, puisque plus l'écran est grand, plus la position de l'utilisateur est distante de l'écran. Cette étude montre qu'un grand écran permet un gain de performance. De plus, il peut soutenir la performance et minimiser l'influence des capacités spatiales sur celle-ci. Une étude similaire a été menée sur un très grand écran induisant une immersion visuelle, les résultats sont relativement similaires, quelle que soit la tâche, les capacités spatiales, l'expérience en jeux vidéo et la dépendance-indépendance à l'égard du champ semblent avoir un impact sur la performance d'interaction.

Références bibliographiques

- Bowman, D. A., Davis, E. T., Hodges, L. F., Badre, A. N. (1999). Maintening spatial orientation during travel in an immersive virtual environment. *Presence: Teleoperators and virtual environments*. Vol. 8, 618-631.
- Card, S., Moran, T., Newell, A. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum.
- Cutmore, T., Hine, T., Maberly, K., Langford, N., Hawgood, G. (2000). Cognitive and gender factors influencing navigation in a virtual environment. *International journal of human computer studies*. Vol. 55, n. 2, 223-249.
- Fuchs, P., Moreau, G. (2003). *Le traité de la réalité virtuelle*. Presses de l'école des Mines. Seconde édition.
- Morineau, T. (1996). *Adaptation cognitive à un environnement virtuel lors de premières immersions*. Thèse de doctorat en psychologie, université d'Angers.
- Waller, D. (2000). Individual differences in spatial learning from computer-simulated environments. *Journal of experimental psychology: Applied*. 6(4),307-321

Wickens, C.D., Hollands, J.G. (2000). Engineering psychology and human performance. HardCover. Troisième Edition.

Wilson, P. N., Foreman, N., Tlauka, M. (1997). Transfer of spatial information from a virtual to a real environment. *Human factors*. Vol. 39, n. 4, 526-531.

L'auteur

Florence Tyndiuk est docteur en sciences cognitives de l'université Bordeaux 2. À la suite d'un cursus universitaire en sciences cognitives à l'université Bordeaux 2 et d'un DEA effectué au Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI) sur les problématiques d'interaction en réalité virtuelle, elle a effectué une thèse dans le laboratoire de sciences cognitives de l'institut de cognitive de l'université Bordeaux 2. Cette thèse a été menée en collaboration avec le LaBRI, et plus spécifiquement avec l'équipe Inria-Futurs Ipara rattachée à l'Université Bordeaux 1. Ses problématiques de recherche sont centrées sur la compréhension et la modélisation des utilisateurs face aux nouvelles technologies de l'interaction (réalité virtuelle, terminaux mobiles communicants etc.). Ces recherches visent à proposer des nouvelles techniques d'interaction ou des recommandations permettant de soutenir une utilisation efficace du système d'interaction, notamment en proposant des aides cognitives à l'utilisateur.