Extension d'un environnement de réalité augmentée

Raphaël Grasset
e-mail : raphael.grasset@imag.fr
iMAGIS-GRAVIR/IMAG CNRS UMR 5527
INRIA Rhône-Alpes
655, Avenue de l'Europe
38334 Saint Ismier Cedex
Tuteur du stage :Jean-Dominique Gascuel

1 Présentation du sujet

1.1 Introduction

La réalité augmentée trouve aujourd'hui des applications dans de nombreux domaines tel que la médecine, la maintenance, l'assistance au travail et dans les loisirs. Introduit il y'a 10 ans, deux courants de recherche ce sont développés en parallèle : un dans le domaine de l'interaction homme-machine et un autre en graphique. Dans le domaine du graphique, la réalité augmentée est une branche dérivée de la réalité virtuelle. Le principe consiste à ajouter des informations virtuelles à l'environnement réel, à l'aide de péripheriques tel que des casques semi-transparents([1]). Un domaine de prédilection de ce type de système est le jeu. Plusieurs utilisateurs situés autour d'une table, peuvent interagir avec des élements virtuels positionnés sur un plateau de jeu réel. L'aspect social du jeu sur plateau est conservé par un système de réalité augmentée, les joueurs se trouvant en géneral placés autour d'un élement commun réel et peuvent communiquer librement. L'utilisation d'un système informatique permet en complément de nombreux avantages : animations de personnages (ainsi que des effets spéciaux), calculs complexes par la machine, accés à des informations persistantes. Le domaine du jeu, longtemps négligé en recherche, est aujourd'hui révalorisé par l'impact sociale des jeux vidéos dans notre société.

De nombreux points abordés au cours du DEA sont complétés durant le magistère.

1.2 Etat de l'art

Cet état de l'art très succint, permet de présenter rapidement les travaux effectués sur les systèmes de réalité augmentée et leur implications aux jeux.

Un des systèmes sur lequel a reposé notre étude est "Studierstube" ([13]). C'est un environnement multi-utilisateurs basé sur des capteurs magnétiques, qui est dédié a la simulation physique. Il a été utilisé par Szalavari [16] qui c'est interessé à l'implication des jeux vidéos dans un système de réalité augmentée basé sur un principe de jeu de "mah-jong". Malheureusement il n'utilise que très peu le mélange entre objet virtuel et objet réel, ne tient pas compte des possibilités graphique supplémentaires apportées (animation, effets spéciaux). Il se limite a des actions de type sélectionner et déplacer. Le contact avec le réel principalement à une tablette et un stylo (système à 2 mains nommé PIP), et il vise surtout le côté communication sociale.

Ted Starner c'est aussi intéressé au jeu pour la réalité augmentée, basé sur un "Responsive Workbench" (dans [15]). Il développe un système de reconnaissance de geste (détection par vision) et de reconnaissance de sons, qu'il associe à un déclenchement d'action dans le jeu. Mais son concept de se limite à des déplacement simple de pions. Ar2 Hockey [10] est un jeu pour deux utilisateurs basé sur un concept de hockey sur table. Le système très lourd matériellement, se limite dans les possibilités de jeux à un déplacement d'un palet. AquaGauntlet [9] est un jeu multi-utilisateurs basé sur concept de "shoot-them-up" ou des utilisateurs equipés d'une arme agissent sur des monstres virtuels apparaissant dans une piéce réel. Ce système nécessitant une configuration très lourde ce restreint à certains types de jeux, et l'équipement très génant limite la maniabilité.

1.3 Système réalisé en DEA

L'architecture proposé reprend les critères défini dans [16] : habileté à génerer des informations différentes à chaque joueur, une communication social direct et une interaction précise et rapide. On ajoute la possibilité de manipuler des élements réels, l'interaction à partir d'une bibliothèque de "widgets", une calibration utilisateur simpliste. Les utilisateurs sont positionnés autour d'une table et interagissent sur des élements virtuels placés sur un plateau de jeu réel. Il utilise un stylo pour réaliser différentes actions et contrôle leur point de vue.

1.3.1 Architecture logicielle et matérielle

On se base sur un une architecture matérielle constitué d'utilisateurs equipés de casque semi-transparent I-glasses de Virtual I-O, et de capteurs magnétiques Flocks of Birds d'Ascension Technology qui réalise un suivi de tête et de main. L'application tourne sur une ONYX2 de SGI et repose sur la librairie Performer. Actuellement les contraintes matérielles ne permettent de ne gérer qu'un joueur equipé de périphériques.

L'architecture logicielle s'articule autour de 3 points :le monde virtuel (et donc d'objets), les utilisateurs réels et d'une interface entre ces 2 entités. On implémente une boîte à outils succintes permettant de réaliser plusieurs opérations dans l'environnement.

1.3.2 Calibration et Filtrage

L'utilisation du système nécessite une calibration entre les différents élements (casque, stylo, plateau, objets virtuels ..). Divers procédés de calibration sont mis au point pour assurer un alignement correcte entre les objets virtuels et réels. Les problèmes de bruitage et de latence sont réduits graçe à l'utilisation d'un filtre de Kalman.

1.3.3 Applications aux jeux vidéos

Une méthode est défini pour le déplacement des pions et pour l'ajout dynamique d'objet de forme simple, en cours de jeu. Une ébauche d'un système de reconaissance de geste basé sur des déplacements linéaire est mis au point.

2 Travail complémentaire

2.1 Bibliographie : Réalité Augmentée en Interaction homme-machine

Une bibliographie complémentaire a été demandé lors de la soutenance de DEA : une étude plus précise de la réalité augmentée vue du domaine de l'interaction homme-machine vient ainsi compléter l'état de l'art précdent (on s'est basé sur [2]).

La réalité augmentée s'est principalement développé après la publication de l'article de Mark Weiser sur "Ubiquitous computing" [18] qui présentait un monde ou les ordinateurs étaient complétement integrer à notre environnement, permettant un accés constant aux ressources en ligne. Le Bureau digital de Wellner [19] est un des travaux pionnier qui démontraient comment melanger des documents physique et numeriques, par l'utilisation de la vidéo projection de données numerique sur un bureau avec des documents réel. Berard [2] a mis au point un système nommé "tableau magique", basé sur un suivi par vision, qui permet de sélectionner et de déplacer des inscriptions virtuels projettés sur un tableau blanc.

Après avoir présenté les systèmes à interfaces digitales ont s'intèresse maintenant au système à interface saisissables ([5]). Le système Briques [5] mis au point par Fitzmaurice permet d'effectuer de nombreuses opérations à l'aide de petits élements parallélépidiques, qui sont associés a des objets virtuels ou des actions. On utilise une table avec affichage active sur laquelle on déplace les élements réels. Par exemple, l'application GraspDraw permet de dessiner des formes géometriques colorées. Le système MetaDesk [8] reposant sur le même concept, permet pas exemple de naviguer sur une carte en déplaceant des représentations miniatures de batiments (prototype nommée "Tangible Geospace"). Ce système reprend le principe de "magic lenses" [3] qui sont des filtres visuels pour réveler des informations cachés, ou supplementaire. Ce principe a été étendu aux environnements 3D par Viega [17], et repris par Schmalstieg dans [14]. On peut citer pour finir les travaux de Rauteberg avec Built-it qui permet la mise en place et la planification de structures et batiments. A l'aide de briques quand l'on associe a une projection virtuelle d'un batiment sur la table de travail, on peut positionner le batiment. On peut aussi citer le projet du "bureau de demain" [12] qui utilise un système basé sur CAVE permettant de réaliser des téleconférences, avec l'incrustation virtuel dans la piece de différentes personnes connectés à distance.

En conclusion on peut dire que de nombreuses interfaces s'oriente maintenant vers une interaction à deux mains et vers des solutions multi-utilisateurs. De plus la tendance forte vers des systèmes "non-intrusif" conduit à utiliser la projection et un suivi par vision dans ce type de système.

2.2 Evaluation des librairies graphiques

Un second point très important que nous devions absolument abordé est une étude détaillé des librairies graphiques disponible sur le marché. La mise en place du système de réalité augmentée nécessite l'utilisation d'une librairie graphique haut niveau permettant de faire abstraction de la gestion du rendu, de l'organisation spatial de la scène. Une évaluation a été réalisé à partir de nombreuses librairies disponibles sur le marché. Les critères de comparaison était les suivants :

- gère un graphe de scène (l'animation, gestion de la lumière, des caméras), en particulier la facilité de construction, de mise à jour et de manipulation des élements.
- gère et supporte des peripheriques de réalité virtuelle (capteurs, gants, casques..etc..),
- supporte de multiples vues,
- supporte le multi-utilisateurs (soit sous forme de graphe partagé, soit sous forme de graphe personnelle),
- contrôle de l'utilisateur sur le fonctionnement de la librairie (boucle principale, parallèlisme),
- rapidité du système (machine virtuelle, accéleration graphique ..etc..),
- supporte la gestion de nombreux formats d'objets (en entrée comme en sortie),
- simplicité d'utilisation (connaissance précise du déroulement du programme).

Le tableau suivant résume l'analyse que nous avons fait :

Nom	graphe	periph.	multivues	multiuser	contrôle	rapidité	multiformats	simplicité
Inventor(SGI)	+++	+	++	0	+	++	+	++
Performer(SGI)	++	0	+++	+	+++	+++	+++	0
VrJuggler(Open S.)	0	+++	++	+++	++	++	0	+
DIVE(Open S.)	++	0	+	+++	+	+	+	+
Java3D(SUN)	+++	+	+++	+++	++	+	+++	+++
Gizmo3D(TrollTech)	+++	+	+++	+	+++	+	++	+++

+++ excellent ++ bon + faible 0 absent

Pour conclure, on peut dire que Java3D et Gizmo3D offrent un très bon compromis, malgès l'absence de gestionnaire de peripheriques de réalité virtuelle. Une étude précise des architectures de ces librairies, permet d'aboutir a une réflexion sur l'architecture proposé en DEA.

2.3 Re-design de l'architecture

Cet dernière phase qui se poursuivera durant la thèse, consiste à rédefinir l'interface de manipulation, et l'architecture géneral du programme. Plusieurs lectures ont été effectués concernant l'optimisation et le développement en C++ : [6] [11] [7] [4].

Un premier point a été le re-design des élements de menus et des boîtes d'actions. On reprend les concepts présent dans les jeux vidéos en fournissant à l'utilisateur un ensemble de fonctions permettant un certains nombre d'actions rapides. Une boîte regroupant différents boutons sont affichés sur le plateau de jeu réel, devant l'utilisateur. L'utilisateur peut a tout moment choisir une de ces actions, par une simple sélection d'un des boutons. Un menu est accessible à partir de cet même interface et permet à l'utilisateur, d'effectuer des actions plus lentes et plus complexes (affichage de l'état du joueur, affichage de l'inventaire ..etc..). On ajoute de plus différents élements de configurations, placés de part et d'autre de cet boîte (gestion de l'illumination, affichage du plateau de jeu virtuel, quitter la partie).

On s'oriente de plus vers la mise au point du principe de changement de point de vue réel/immersif : lors de certaines phases de jeu, l'utilisateur est immergé dans le monde virtuel. Il peut alors interagir dans ce monde virtuel, et à tout moment revenir au départ (en dirigeant son regard vers un point de vue spécifique). Ce changement de contexte permet de modifier le comportement de l'utilisateur en fonction de la situation, apportant un înterêt plus important au jeu.

On s'intèresse aussi au phase antérieur et postérieur du jeu : mise en place de la scène, connexion du joueur et analyse du jeu (on reprend certains points présents dans les jeux, après une évaluation d'un nombre très important de jeux). Ce point n'a jamais été abordé dans les projets de réalité augmentée orienté vers les jeux vidéos.

On s'attache de plus à définir un scénario de manipulation de notre interface, sous la forme d'un jeu de rôle très basique.

3 Conclusion et travaux futurs

Une étude bibliographique complémentaire a permis une réévaluation de nombreux points devant être pris en compte dans le futur développement du système durant ma thèse. Une premiere comparaison de différentes bibliothèques graphique haut niveau a permis un réflexion sur l'architecture actuelle, et une étude sur la rédefinition de notre système. La mise en place de scénario de démonstration, et de l'aspect visuel de notre application a été réalisé (ce paramètre est fondamental pour la présentation d'une application de jeu).

Au cours de ma thèse, un équipement supplémentaire permettra de mettre complétement au point un système multi-utilisateurs. Une définition plus précise des besoins des joueurs devra être réalisé. Une extension vers un système orienté vers le travail collaboratif devra aussi être mis au point. L'intégration d'objets réels quelconque permettra une meilleur mixage des 2 mondes.

Références

[1] Ronald Azuma and Gary Bishop. Improving static and dynamic registration in an optical see-Through HMD. In Andrew Glassner, editor, *Proceedings of SIGGRAPH '94 (Orlando, Florida, July 24–29, 1994)*, Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, pages 197–204. ACM SIGGRAPH, ACM Press, July 1994. ISBN 0-89791-667-0.

[2] François Berard. *Vision par ordinauteur pour l'interaction homme-machine fortement couplée*. PhD thesis, Universite Joseph-Fourier, 1999.

[3] Eric A. Bier, Maureen C. Stone, Ken Pier, Ken Fishkin, Thomas Baudel, Matt Conway, William Buxton, and Tony DeRose. Toolglass and magic lenses : The see-through interface. In *Proceedings of ACM CHI'94 Conference on Human Factors in Computing Systems*, volume 2 of *VIDEOS : Part II – Techniques for Improved Human-Computer Interaction*, pages 445–446, 1994.

[4] Keith Cok, Roger Corron, Bob Kuehne, and Thomas True. *Developing Efficient Graphics Software :The Yin and Yang of Graphics*, 2000.

[5] George W. Fitzmaurice, Hiroshi Ishii, and William Buxton. Bricks : Laying the foundations for graspable user interfaces. In Irvin R. Katz, Robert Mack, Linn Marks, Mary Beth Rosson, and Jakob Nielsen, editors, *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'95)*, pages 442–449, New York, NY, USA, May 1995. ACM Press.

[6] Aurélien Géron and Fatmé Tawbi. *Pour mieux développer avec C++*. Dunod, 1997.

[7] Todd Hoff. *C++ Coding Standard*.

[8] Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. Tangible bits : Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *Proceedings of ACM CHI 97 Conference on Human Factors in Computing Systems*, volume 1 of *PAPERS : Beyond the Desktop*, pages 234–241, 1997.

[9] T Ohshima, K Sato, H Yamamoto, and H Tamura. Rv-border guards : A multi-player mixed reality entertainment. *Trans VRSJ*, 4(4) :699–705, 1999.

[10] Toshikazu Ohshima, Kiyohide Satoh, Hiroyuke Yamamoto, and Hideyuki Tamura. AR 2 hockey. In *Conference abstracts and applications : SIGGRAPH 98, July 14–21, 1998, Orlando, FL*, Computer Graphics, pages 110–110, New York, NY 10036, USA, 1998. ACM Press.

[11] Philippe Prados. http ://perso.club-internet.fr/pprados.

[12] Ramesh Raskar, Greg Welch, Matt Cutts, Adam Lake, Lev Stesin, and Henry Fuchs. The office of the future : A unified approach to image-based modeling and spatially immersive displays. *Computer Graphics*, 32(Annual Conference Series) :179–188, August 1998.

[13] D. Schmalstieg, A. L. Fuhrmann, M. Gervautz, and Zs. Szalavári. 'studierstube' - an environment for collaboration in augmented reality'. 1996.

[14] Dieter Schmalstieg, L Miguel Encarnaçao, and Zsolt szalavari. Using transparent props for interaction with the virtual table. In *Symposium on interactive 3D Graphics Atlanta Gausa*, pages 147–153. ACM SIGGRAPH, ACM Press, 1999.

[15] Thad Starner, Bastian Leibe, Brad Singletary, and Jarell Pair. Mind-warping : Towards creating a compelling collaborative augmented reality game.

[16] Z. Szalavari, E. Eckstein, , and M. Gervautz. Collaborative gaming in augmented reality. In *Proc of VRST'98(Taipei, Taiwan 1998)*, pages 195–204, 1998.

[17] John Viega, Matthew J. Conway, George Williams, and Randy Pausch. 3D magic lenses. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, Papers : Information Visualization, pages 51–58, 1996.

[18] M. Weiser. The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 265(3) :94–104, September 1991.

[19] P. Wellner. The digitaldesk calculator : Tangible manipulation on a desk top display. In *Proc. ACM SIGGRAPH Symposium on User Interface Software and Technology*, pages 107–115., 1991.