

Réalité Augmentée en Situation Mobile et Collaborative

L. Nigay^{1*}, T. Marchand², L. Pasqualetti³, P. Renevier⁴ et P. Salembier²

1 University of Glasgow
Department of Computer Science
17 Lilybank Gardens, Glasgow G12 8QQ
laurence@dcs.gla.ac.uk

2 GRIC-IRIT
Université Paul Sabatier
31062 Toulouse cedex 7
marchand@irit.fr, salembier@isp.fr

3 FT R&D-DIH/UCE
38-40 rue G. Leclerc
92794 Issy-les-Moulineaux
Laurence.Pasqualetti@francetelecom.fr

4 CLIPS-IMAG
Université de Grenoble
38041 Grenoble cedex 9
Philippe.Renevier@imag.fr

RESUME

Cet article traite de la combinaison des mondes réel et numérique dans le contexte d'une activité collaborative en situation de mobilité. Nous présentons notre démarche de conception basée sur des scénarios et la solution technologique conçue et développée pour permettre la fusion des mondes réel et numérique : la plate-forme MAGIC. Dans nos travaux, le domaine d'application est la prospection archéologique. Les trouvailles disséminées sur le site archéologique (objets matériels) et le site archéologique lui-même (environnement physique) sont augmentés grâce à la plate-forme MAGIC, en mettant à la disposition des archéologues des informations numériques dépendantes du contexte physique.

MOTS CLES : Réalité Augmentée, Objet Augmenté, Environnement Augmenté, Mobilité, Collecticiel, Scénario.

INTRODUCTION

La "boîte grise" du calculateur personnel est "condamnée à disparaître" [Alberganti 98]. Ceci s'inscrit dans le mouvement de l'ordinateur ubiquitaire et évanescent. La multiplication des ordinateurs de poche et des assistants personnels, la généralisation de l'utilisation des cartes à puces et la multiplication des systèmes embarqués dans des objets communicants d'usage courant (automobile, télévision, etc.) constituent des témoins de cet essor. Dans notre étude, nous retenons de cet essor que l'espace d'interaction devient plus vaste, il comprend l'environnement physique et ne se limite plus seulement à un ordinateur sur un bureau. Ainsi les objets physiques deviennent des supports à l'interaction. Par exemple les Media Blocks [Ullmer 98] reposent sur l'utilisation d'icônes physiques (des cubes) pour manipuler des fichiers informatiques. Quant aux systèmes de chirurgie assistée par ordinateur [Dubois 99], ils utilisent des localisateurs 3D pour localiser les outils chirurgicaux dans des images médicales acquises en phase préopératoire. L'espace d'interaction sort alors définitivement de l'espace composé par le bureau et l'ordinateur.

* En année sabbatique, de l'Université Joseph Fourier, Grenoble 1, laboratoire CLIPS-IMAG.

Dans ce contexte, l'accent mis sur l'importance de l'environnement physique ainsi que sur l'inscription matérielle de la cognition a des conséquences directes sur le regard que l'on peut porter sur la conception d'artéfacts. Ainsi, dans le domaine de l'Interaction Homme-Machine (IHM), à la vision classique d'un utilisateur opérant sur le monde réel via un support de médiation symbolique (l'ordinateur), on substitue une vision où les ressources informatiques sont par exemple :

- projetées sur le monde réel afin d'augmenter des objets matériels usuels (Réalité Augmentée),
- ou directement distribuées dans une multitude d'objets matériels usuels (Informatique Disséminée).

Ces exemples de paradigmes d'interaction reposent tous sur la manipulation d'objets de l'environnement physique, ces derniers sont fonctionnellement limités mais contextuellement pertinents. L'enjeu réside donc dans la conception et la réalisation de la fusion des deux mondes, réel et numérique. Dans [Mackay 96], nous trouvons une étude de la fusion des deux mondes reposant sur la cible de l'augmentation : trois cibles candidates à l'augmentation sont identifiées :

- l'utilisateur : il/elle est porteur d'un dispositif lui permettant par exemple de percevoir plus de données relatives à des objets réels.
- les objets : ils sont porteurs de dispositifs d'entrée/sortie informatiques, comme des capteurs de pressions.
- l'environnement : des dispositifs indépendants de l'utilisateur et des objets fournissent et rassemblent des données relatives à l'environnement physique.

L'objet de notre étude est la fusion des mondes réel et numérique en situation de mobilité dans un espace non confiné. Nous avons adopté comme cible de l'augmentation, l'utilisateur. Détection de contexte et réalité augmentée s'unissent alors pour créer un environnement augmenté personnalisé Augmenter les objets aurait constitué une alternative qui impliquait des liens entre les deux mondes qui soient dynamiques et explicitement établis par l'utilisateur.

Dans cet article, nous expliquons notre démarche de conception basée sur des scénarios puis nous présentons la plate-forme matérielle et logicielle développée pour réaliser la fusion des deux mondes. Bien que notre objectif est de concevoir et réaliser une plate-forme générique, nos travaux sont dans un premier temps appliqués à un domaine d'application, l'archéologie. Nous présentons dans le paragraphe suivant l'activité de prospection archéologique étudiée.

ACTIVITE DE PROSPECTION ARCHEOLOGIQUE

Parmi les étapes de la pratique archéologique, la prospection est logiquement la première et détermine la décision de fouille. Elle permet une reconnaissance globale du milieu, comprenant un recensement systématique des indices archéologiques. Le but est de vérifier l'état des archives archéologiques et les potentialités des sites [Dabas 99]. L'évaluation archéologique doit répondre aux exigences suivantes : repérage des gisements, délimitation de leur emprise, définition de leur nature (habitat, nécropole, etc.), l'évaluation de la densité des structures, la datation [Blouet 94]. La prospection s'effectue en binôme (ou

plus) et consiste dans un premier temps en une analyse de la surface du sol selon un quadrillage systématique de zone. Dans un second temps, si cela se révèle nécessaire, les archéologues consultent un spécialiste dont l'avis permettra d'orienter la suite de la prospection. Actuellement, ce recours à l'expert se fait en différé et se traduit donc par des aller-retour répétés sur le terrain. La prospection nécessite de se déplacer sur de longues distances afin de rejoindre des sites, dont les caractéristiques topographiques sont souvent mal connues et qui du fait de leur éloignement se prêtent mal à l'interaction asynchrone avec des spécialistes distants, détenteurs d'un savoir spécialisé mais dont on ne peut pas anticiper a priori la nature.

Les caractéristiques des activités de prospection, comme le type de processus coopératif mis en œuvre, la nature des informations échangées ou encore le format d'interaction, nous paraissent représentatives des activités coopératives en situation de mobilité.

APPROCHE DE CONCEPTION

Nos travaux concernent la fusion harmonieuse du monde réel ou environnement physique avec le monde numérique ou informatique en situation mobile et collaborative. L'objectif est de comprendre l'usage des supports mobiles et des services attendus en situation collaborative pour une tâche-utilisateur dans le monde réel, justifiant la fusion des mondes réel et numérique. Deux propriétés sont les fondements de notre étude : transparence de l'interaction et ubiquité.

- La transparence recherchée dans l'interaction permet à l'utilisateur de porter son attention sur la tâche à réaliser et non sur l'utilisation de l'outil informatique. Il convient alors de ne pas séparer l'homme de son environnement physique lors de l'utilisation de l'ordinateur. Nous visons à limiter les contrastes des deux contextes d'un utilisateur : il y a d'une part le monde réel et d'autre part le matériel informatique et les informations qu'il retranscrit.
- L'ubiquité découle de l'usage des supports mobiles. L'utilisateur souhaite accéder à des services et collaborer avec ses collègues à tout instant et où qu'il soit. L'objectif est donc de concevoir des collecticiels sur supports mobiles. L'utilisateur n'est alors plus prisonnier de la station de travail sur son bureau pour pouvoir collaborer et communiquer.

Ces deux propriétés s'inscrivent dans l'approche actuelle de l'Interaction Homme-Machine qui prône l'universalité des interfaces. L'outil informatique est intégré à l'environnement physique, accessible de partout et par tous.

Pour satisfaire ces deux propriétés, nous avons adopté une approche de conception basée sur des scénarios [Carroll 00] et présentée à la Figure 1. Outre les intérêts reconnus que cette approche de conception présente [Jacobson 95], le fait que les scénarios soient centrés à la fois sur les utilisateurs et sur les différentes tâches nous permet de cerner leurs besoins et leurs relations avec leur environnement. A partir d'un scénario d'activité observé, nous réalisons une projection de ce que pourrait être l'activité des utilisateurs après l'introduction de nouveaux outils. Nous élaborons alors un scénario projeté. Le formalisme des scénarios est décrit dans [Salembier 97].

Reposant sur une phase d'analyse empirique basée sur une analyse de la tâche réelle (explicitation hors site par l'opérateur des étapes pertinentes de son travail) et sur une

analyse de l'activité (observation instrumentée de l'activité de l'opérateur commentée par lui-même sur site), des scénarios de tâche réelle et d'activité sont définis. Ils constituent le matériel de base pour l'identification des besoins. Des spécifications sont ensuite élaborées. De ces spécifications, nous définissons des scénarios projetés. Dans un premier temps, les spécifications sont réalisées sans aucune limite, en ne tenant compte d'aucune contrainte. Ensuite afin de pouvoir développer une plate-forme concrète, il convient d'adapter les spécifications aux limitations technologiques. Les scénarios projetés à partir de ces nouvelles spécifications (II) sont utilisés pour ajuster les spécifications (première boucle d'itération). Après une phase de développement, nous procédons à une mise en situation des opérateurs et des outils afin d'effectuer des pré-tests portant à la fois sur les fonctionnalités et sur l'interface. Les résultats impliquent d'éventuelles modifications des spécifications initiales (deuxième boucle d'itération). Les étapes de conception exposées, nous présentons dans le paragraphe suivant, la plate-forme conçue et réalisée.

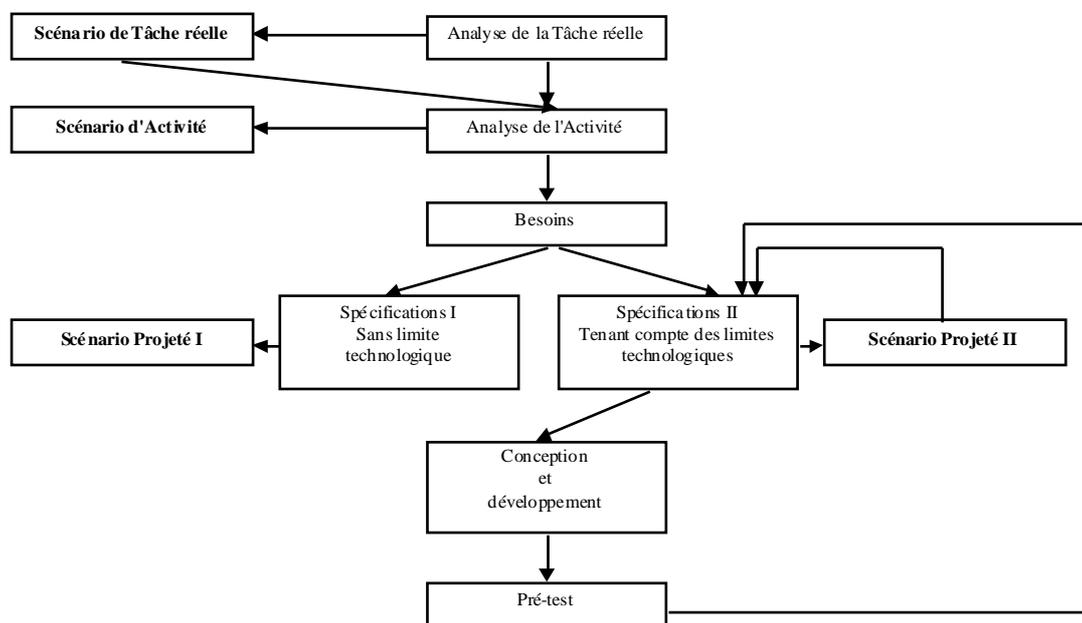


Figure 1 : Etapes de conception et de réalisation.

PLATE-FORME MAGIC (Mobile, Augmented reality, Group Interaction, in Context)

La plate-forme matérielle et logicielle MAGIC est un outil dédié à la tâche de prospection archéologique, permettant de faire des relevés sur le terrain et de communiquer entre archéologues mobiles dans le site de prospection. Nous décrivons d'abord la plate-forme matérielle puis nous décrivons la partie du logiciel développé qui participe à la fusion des mondes réel et numérique. Le logiciel complet et son architecture logicielle sont détaillés dans [Renevier 01].

La plate-forme (Figure 2-a) matérielle conçue est un assemblage de dispositifs commercialisés. Nous utilisons une tablette Fujitsu Stylistic 3400. Véritable PC (processeur Pentium III 400, mémoire vive portée à 192 Mo, carte vidéo 3D), cette tablette

tactile est de la dimension d'une feuille A4 et d'un poids de 1,5 kg. En outre, elle dispose d'une sortie vidéo permettant l'affichage double, à laquelle nous connectons un casque semi-transparent, un SONY LDI D100 BE. Une caméra est fixée entre les deux écrans du casque (entre les deux yeux). La plate-forme matérielle contient aussi un magnétomètre (HMR 3000 de Honeywell) qui détermine l'orientation de la caméra ainsi qu'un GPS qui localise l'utilisateur mobile. Pour le partage des données entre les utilisateurs, nous utilisons un réseau sans fils Wavelan à travers des cartes PCMCIA. Comme le montre la Figure 2-a, la plate-forme est, en l'état, lourde et intrusive : notre approche a été d'assembler des dispositifs existants afin de démontrer les fonctionnalités conçues. Pour une utilisation en situation réelle, il conviendrait de concevoir une plate-forme matérielle dédiée, plus légère et moins contraignante.

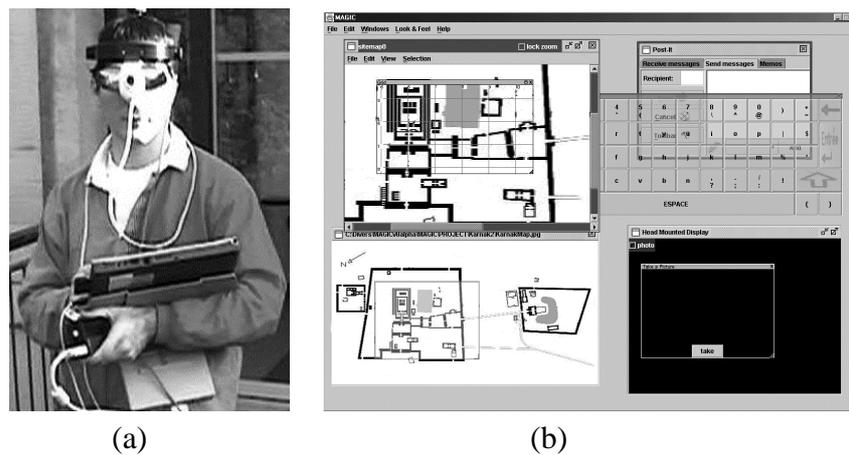


Figure 2 : (a) Utilisateur de la plate-forme MAGIC (b) Vue d'ensemble de l'interface graphique sur l'écran de la tablette.

Le logiciel développé, dont la partie graphique affichée sur l'écran de la tablette est présentée à la Figure 2-b, offre plusieurs fonctionnalités de communication (forum et messages électroniques), de coordination (positionnement de chaque utilisateur sur un plan) et de production (édition d'objets, base de données). Une fenêtre intitulée "*passerelle*" (en bas à droite à la Figure 2-b) constitue une zone commune aux deux écrans, celui de la tablette et celui du casque semi-transparent. En effet, cette fenêtre présente sur l'écran de la tablette est aussi affichée dans le casque en superposition du monde réel. Cette fenêtre définit une passerelle entre le monde numérique et le monde réel :

- du monde réel vers le monde numérique, par la capture d'images.

La "*réalité cliquable*" consiste en la capture d'images du monde réel en cliquant avec le stylet sur la tablette. Les déplacements de la souris dans la fenêtre "*passerelle*" sont reproduits dans le casque. Il est alors possible de manipuler une lentille magique [Bier 93]. Cette dernière constitue une sorte d'objectif photographique. En appuyant sur le bouton "*take*" (prendre une photo), l'utilisateur réalise une capture de la partie de monde réel contenue dans le cadre de la lentille. Le monde réel devient alors sélectionnable comme des objets numériques. Toutes les images ainsi capturées sont enregistrées dans une base de données avec leur localisation grâce au GPS.

- du monde numérique vers le monde réel, par la surimpression sur le monde réel d'images déjà enregistrées.

Par exemple afin de faciliter la comparaison d'un objet numérique avec un objet réel, un glisser-déposer, avec le stylet, d'une image dans la "*passerelle*" va permettre à l'utilisateur de voir l'image affichée dans le casque, avec l'objet matériel à côté perçu au travers du casque semi-transparent.

De plus, la "*balade augmentée*" consiste à restituer un objet matériel dans son contexte d'origine, l'objet ayant été déplacé. La technique consiste à superposer une image de l'objet à son contexte d'origine (dans le monde réel), grâce au casque semi-transparent. La balade augmentée est une technique de réalité augmentée (RA) mobile et collaborative. D'une part, il s'agit de RA mobile car l'augmentation du monde réel est basée sur la localisation de l'utilisateur. Dans la plate-forme MAGIC, la localisation de l'utilisateur est connue grâce à un GPS, l'orientation de son regard par un magnétomètre. Lors de la capture d'un objet matériel (réalité cliquable), l'objet est stocké avec sa position. Ainsi un objet déplacé peut être restitué dans son contexte d'origine. D'autre part, il s'agit d'une collaboration asynchrone : un utilisateur capture d'abord un objet dans son contexte physique pour ensuite le déplacer de son contexte ; un autre utilisateur peut ultérieurement percevoir l'objet déplacé dans son contexte d'origine. Lors de son déplacement, l'utilisateur peut observer des pastilles vertes superposées au monde réel pour indiquer que des objets sont disponibles à l'emplacement indiqué par les pastilles. L'utilisateur en sélectionnant une pastille peut accéder à l'objet numérique dans son contexte physique d'origine. La réutilisation d'objets numériques provenant du monde réel, mais qui ne sont plus physiquement présents, complète le cycle d'interaction entre l'utilisateur, son environnement et l'ordinateur. Ce mode permet de suivre l'évolution du site archéologique à travers l'espace (le déplacement de l'utilisateur sur le site) et le temps (l'enregistrement progressive d'informations collectées par différents utilisateurs).

Tandis que notre approche a consisté à prendre comme cible d'augmentation l'utilisateur (paragraphe 1, trois cibles d'augmentation [Mackay 96]), du point de vue de l'utilisateur, des objets du monde réel (des emplacements dans le site) sont augmentés. Aussi si nous avons adopté comme cible d'augmentation les objets, des dispositifs d'entrée/sortie informatiques auraient dû être physiquement placés par l'utilisateur aux emplacements concernés. Les liens entre les mondes réel et numérique auraient alors été dynamiques comme la balade augmentée, mais explicites contrairement à la balade augmentée où les liens sont implicites, la localisation d'une image étant faite automatiquement par le système.

CONCLUSION

Les travaux exposés dans ce papier concernent la fusion des mondes réel et numérique. Nous avons expliqué la méthode de conception adoptée qui repose sur des scénarios d'activité et de tâche ainsi que des scénarios projetés. Ces derniers servent de support à l'évaluation prédictive au cours de la conception. Résultat de notre approche de conception, nous avons décrit la plate-forme matérielle et logicielle développée. Les solutions technologiques pour la fusion des deux mondes se composent de la réalité cliquable (réel vers numérique) et de la balade augmentée (numérique vers réel). Bien que nos solutions soient conçues pour un domaine d'application donné, la prospection archéologique, nous

visons la généralité. Une perspective à nos travaux est conséquemment l'usage de la plateforme MAGIC pour un autre domaine d'application, afin d'augmenter par l'ajout de ressources numériques des objets matériels, qui soient autres que des trouvailles dans un site archéologique.

REMERCIEMENTS

Cet étude a bénéficié de la collaboration des archéologues du Centre d'Etudes d'Alexandrie.

REFERENCES

- [Alberganti 98] Alberganti, M., 30 avril 1998, La boîte grise est condamnée à disparaître, interview de Jacques Clay, directeur général de la division ordinateurs de bureau de Hewlett Packard, Le Monde.
- [Dabas 99] Dabas, M., Deletang, H., Ferdière, A., Jung, C., Haio Zimmermann, W., 1999, La Prospection. Paris : Errance.
- [Dubois 99] Dubois, E., Nigay, L., Troccaz, J., Chavanon, O., Carrat, L., 1999, Design Space for Augmented Surgery, an Augmented Reality Case Study, Proceedings of INTERACT'99, Sasse A. & Johnson C. Eds, IFIP IOS Press Publ., p. 353-359.
- [Bier 93] Bier, E. et al., 1993, Toolglass and Magic Lenses: The See-Through Interface. Anaheim, Proceedings of SIGGRAPH'93, ACM Press: New York Publ., p. 73-80.
- [Blouet 94] Blouet, V., 1994, Essais de comparaison de différentes méthodes d'étude archéologique préalable, Les nouvelles de l'archéologie, 58, p. 17-19.
- [Carroll 00] Carroll, J.M, 2000, Making use. Scenario-based design of computer interactions, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [Jacobson 95] Jacobson, I., 1995, The Use Case Construct in Object-Oriented Software Engineering, In John M. Carroll, editor, Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development, John Wiley and Sons, p. 309-336.
- [Mackay 96] Mackay, W.E., 1996, Réalité Augmentée : le Meilleur des Deux Mondes, La Recherche, 285, p. 80-84.
- [Renevier 01] Renevier, P., Nigay L., 2001, Mobile Collaborative Augmented Reality, the Augmente Stroll, Proceedings of EHCI'2001, LNCS 2254, Springer-Verlag, p. 315-334.
- [Salembier 97] Salembier, P., Kahn, J., Zorola, R. & Zouinar, M., 1997, Cognitive modeling, Deliverable WP6, RHEA Project, DG VII, EC.
- [Ullmer 98] Ullmer, B., Ishii, H., Glas, D., 1998, MediaBlocks: Physical containers, transports, and controls for online media, Proceedings of SIGGRAPH'98, ACM Press: New York Publ., p. 379-386.