Notation de Conception pour les Systèmes Mixtes Collaboratifs et Mobiles

Philippe Renevier, Laurence Nigay
CLIPS-IMAG
385 rue de la Bibliothèque, BP 53
38041 Grenoble cedex 9, France
{Philippe.Renevier, Laurence.Nigay}@imag.fr

RESUME
Les systèmes mixtes collaboratifs et mobiles répondent à des besoins réels d'utilisateurs mobiles travaillant en groupes. Cependant la conception de tels systèmes est une tâche complexe de par la variété des paramètres de conception à prendre en compte, comme les multiples situations d'usage liées à la mobilité et à la collaboration des utilisateurs. Dans cet article nous décrivons un espace de caractérisation et une notation destinés aux concepteurs de systèmes mixtes collaboratifs et mobiles. Ces deux contributions sont ancrées dans une démarche de conception basée sur des scénarios.

Mots-clefs :
Système Mixte, Mobilité, Collecticiel, Conception, Scénario.

ABSTRACT
Real needs of mobile users working in groups can be addressed by Mobile Collaborative Mixed Systems. But the design of such systems is a complex task due to the variety of design parameters. For example the characterization of the usage context is difficult because of the mobility of the users as well as the different types of collaboration amongst them. In this paper we present a characterization space and a notation as useful tools for the design of Mobile Collaborative Mixed Systems. Our two contributions are placed within a scenario based design process.

Categories and Subject Descriptors
H.5.2 [**Information Interfaces and Presentation**]: User Interfaces - *User-centered design, Prototyping*; D.2.2 [*Software Engineering*]: Design Tools and Techniques – *User Interfaces*.

General Terms
Design; Human Factors.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.
Mobilité & Ubiquité 2004, June 1-3, 2004, Nice, France
Copyright 2004 ACM 1-58113-000-0/00/0004…$5.00.

Keywords:
Mixed System, Mobility, CSCW, Design, Scenario.

INTRODUCTION
Le développement attendu de ressources technologiques rendant possible la transmission rapide de données multimédias sur des supports mobiles permet d'envisager de nouveaux modes d'instrumentation (liés aux techniques d'interaction innovantes) des pratiques collectives distribuées que ce soit dans un contexte professionnel ou résidentiel. L'émergence de ces systèmes pose néanmoins le problème de l'anticipation des usages et surtout de l'évaluation de ces systèmes du point de vue de leur acceptabilité par les utilisateurs potentiels. A ces fins, l'un des fondements à nos travaux est le principe de « minimum attention » [Pascoe 2000] ou transparence dans l'interaction. La transparence recherchée dans l'interaction permet aux utilisateurs de porter leur attention sur la tâche commune 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. Nos travaux concernent donc la fusion harmonieuse du monde réel ou environnement physique avec le monde numérique ou informatique en situation mobile et collaborative : les systèmes mixtes collaboratifs et mobiles.

La conception de tels systèmes est une tâche complexe de par la variété des paramètres de conception à prendre en compte, comme les multiples situations d'usage liées à la mobilité et à la collaboration des utilisateurs. Un état de l'art récent des travaux dédiés à l'interaction sur supports mobiles [Kjeldskov 2003] confirme cette difficulté en soulignant le peu de travaux sur des contextes d'étude en condition réelle. Dans [Nigay 2002], nous avons adopté une démarche basée sur des scénarios pour la conception de systèmes mixtes collaboratifs et mobiles. Outre les intérêts reconnus que cette approche de conception présente [Jacobson 1995], le fait que les scénarios soient centrés à la fois sur les utilisateurs et sur leurs tâches nous permet de cerner leurs besoins et leurs relations avec l'environnement. La Figure 1 présente les étapes de conception de notre démarche et le rôle des scénarios. A partir d'une phase d'analyse empirique basée sur une analyse de la tâche réelle (explicitation hors site par

l'opérateur des étapes de son travail qui lui semblent pertinentes) et sur une analyse de l'activité (observation instrumentée de l'activité de l'opérateur commentée par lui-même sur site), des scénarios sont définis. Ils constituent le matériel de base pour l'identification des besoins, l'étape de conception suivante dans notre démarche. Des spécifications externes sont ensuite élaborées. Cette phase de conception de l'interaction est itérative et s'appuie sur l'élaboration de scénarios projetés. Un scénario projeté décrit l'activité future avec le système à développer. Il s'obtient par projection des scénarios d'activité en tenant compte des spécifications externes. Le résultat de cette opération de projection des scénarios est utilisé pour ajuster les spécifications externes (première boucle d'itération, centrale dans la Figure 1). Ainsi la spécification de l'interaction et l'élaboration de scénarios projetés sont effectuées de façon entrelacée et itérative. L'étape suivante consiste au développement du système ainsi conçu. Après la phase de développement, les opérateurs et les outils sont mis en situation afin d'effectuer des évaluations expérimentales portant à la fois sur les fonctionnalités et sur l'interface. Les résultats impliquent d'éventuelles modifications des spécifications initiales (deuxième boucle d'itération, sur la gauche de la Figure 1).

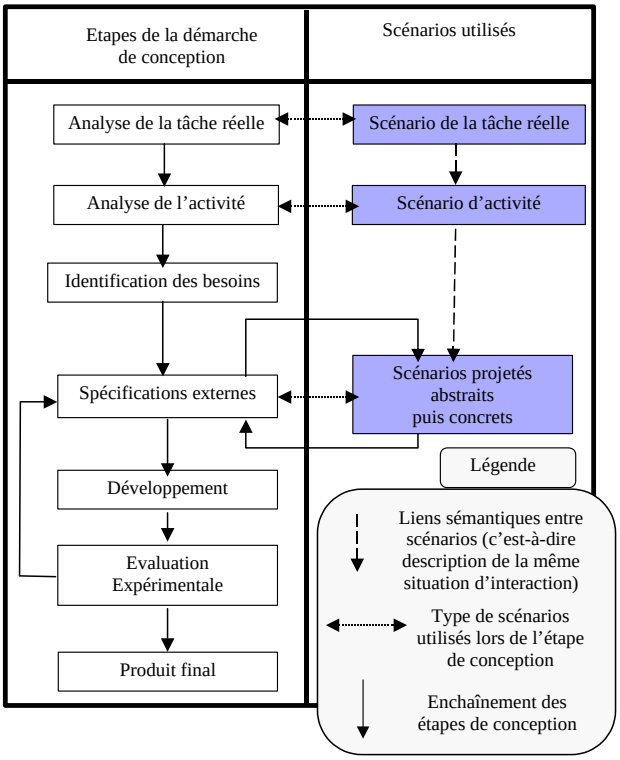


Figure 1 : Démarche de conception basée sur les scénarios.

Dans cet article, pour compléter notre démarche de conception, nous définissons deux types de scénarios projetés : scénarios abstraits et concrets. Nous exposons ensuite un espace de caractérisation des objets intervenant dans ces scénarios puis nous introduisons une notation pour décrire ces scénarios. Nous concluons par une discussion sur les apports de notre espace de caractérisation et de notre notation.

SCENARIOS PROJETES

Au sein de notre démarche de conception, les scénarios projetés constituent un outil central de conception de l'interaction. En décrivant l'activité future de l'utilisateur avec le système interactif à développer, les scénarios projetés servent de support pour une évaluation prédictive du système interactif. Ces scénarios projetés sont obtenus à partir des scénarios de l'activité, par description des mêmes activités des utilisateurs mais en considérant l'utilisation du futur système interactif dont l'interaction est spécifiée dans le document de spécifications externes. Selon le niveau de détails des spécifications externes du futur système interactif, nous distinguons deux niveaux d'abstraction pour les scénarios projetés : les scénarios projetés abstraits, et ceux concrets.

Pour illustrer les deux niveaux d'abstraction des scénarios projetés, nous utilisons le système du musée augmenté *NaviCam* [Rekimoto 1995] que nous étendons pour le rendre collaboratif asynchrone : dans *NaviCam+*, le visiteur du musée peut accéder à des informations superposées aux œuvres exposées, informations spécifiées et déposées auparavant par un autre utilisateur à son attention.

Scénarios projetés abstraits

Les scénarios projetés abstraits, parallèlement à une première version des spécifications externes, décrivent les fonctions de l'interface du système interactif sans les détails des modalités d'interaction employées. Les scénarios abstraits sont donc indépendants des modalités d'interaction (dispositifs et langages d'interaction) qui seront choisies ultérieurement. Seuls les objets, aussi bien physiques que numériques, impliqués dans l'activité sont décrits dans un scénario projeté abstraits.

En considérant le système *NaviCam+*, un exemple de scénario projeté abstrait de type narratif est le suivant : «Un visiteur d'un musée se promène seul dans la section peinture. Il souhaiterait des informations détaillées sur chaque tableau. Heureusement, un de ses amis, qui ne pouvait l'accompagner, lui a laissé des informations explicatives. Grâce au système *NaviCam+*, quand le visiteur se présente devant une œuvre, les informations fournies par son ami à propos du peintre et du contenu de l'œuvre sont alors disponibles.» Le scénario projeté fixe donc l'ensemble des objets physiques et numériques avec lesquels les utilisateurs interagissent. Dans l'exemple ci-dessus, ces objets sont les pièces du musée et les tableaux.

Les scénarios projetés abstraits sont donc les éléments initiaux d'un processus itératif pour concevoir l'interaction (spécifications externes).

Scénarios projetés concrets

Un scénario projeté concret est l'expression de l'interaction telle qu'elle va se dérouler. Il s'agit de la réalisation des

scénarios abstraits, en choisissant les modalités d'interaction. La transformation d'un scénario projeté abstrait en un scénario projeté concret se réalise par l'ajout successif de techniques informatiques pour préciser itérativement l'interaction. Ces itérations mettent en œuvre à la fois la créativité des concepteurs, mais aussi leurs compétences techniques et sont influencées par les contraintes du projet.

Dans l'exemple de *Navicam+*, les concepteurs peuvent faire le choix d'une reconnaissance visuelle de codes-barres dans le but de réutiliser un système existant, *NaviCam*. Le choix du code-barre peut aussi s'expliquer par la volonté de laisser visible et explicite le système informatique (à l'opposé d'une approche qualifiée d'« absolutarisme technologique » dans [Araya 1995] qui vise à faire disparaître l'informatique de l'environnement perceptif de l'utilisateur et à la rendre autonome). Néanmoins ce choix d'interagir avec un code-barre ne spécifie pas l'interaction en elle-même, mais la technique choisie. Le scénario deviendrait ainsi : «Un visiteur d'un musée se promène seul dans la section peinture. Il est seul et souhaiterait des informations détaillées sur chaque tableau. Heureusement, un de ses amis, qui ne pouvait l'accompagner, a laissé des informations explicatives. Il utilise donc le système *NaviCam+*. Quand il se présente devant une œuvre, la lecture d'un code-barre lui permet d'obtenir des renseignements laissés par son ami à propos de cette œuvre. Les informations sont alors disponibles à propos du peintre et du contenu de l'œuvre.»

A partir de ce scénario, plusieurs manières sont envisageables pour la lecture du code-barre : lecture avec un crayon optique, reconnaissance du code barre par une caméra, insertion du code barre dans un lecteur spécifique, etc. Ce choix implique des interactions concrètes différentes. Par exemple nous présentons deux scénarios projetés concrets :

- dans le cas d'un crayon optique : « […]. Quand il se présente devant une œuvre, la lecture d'un code-barre permet d'acquérir des renseignements laissés par son ami à propos de cette œuvre. A l'aide de son crayon optique, le visiteur accède à ces données, en passant le crayon sur le code-barre. Une fois le "bip" de confirmation de lecture obtenu, les informations sont alors disponibles à propos du peintre et du contenu de l'œuvre. »
- dans le cas d'une reconnaissance par caméra : « […]. Quand il se présente devant une œuvre, la reconnaissance d'un code-barre permet d'acquérir des renseignements laissés par son ami à propos de cette œuvre. En mettant le code-barre dans le champ de la caméra, le visiteur accède à ces données, les informations sont alors disponibles à propos du peintre et du contenu de l'œuvre. »

Lors de la conception de *Navicam+*, le choix du code-barre mais aussi des modalités de lecture du code-barre peut être remis en cause. Par exemple, pour une interaction transparente ou pour ne pas encombrer les mains du visiteur, une reconnaissance automatique par analyse d'image de l'œuvre d'art face au visiteur aurait pu être choisie.

L'espace des possibilités est vaste, et comme nous l'avons illustré par l'exemple du musée augmenté, les scénarios projetés abstraits et concrets servent de support pour une conception itérative de l'interaction. Pour aider le concepteur dans ces choix, nous proposons un espace de caractérisation des objets intervenant dans les scénarios projetés puis nous introduisons une notation de conception pour décrire ces scénarios et raisonner avec.

CARACTERISATION DES OBJETS D'UN SCENARIO PROJETE

Les objets jouent un rôle particulier dans le cadre des systèmes mixtes collaboratifs et mobiles :

- Systèmes mixtes : D'une part, le concepteur doit identifier lors de l'analyse de l'activité (scénarios d'activité) et lors de la conception de l'interaction (scénarios projetés) les objets avec lesquels les utilisateurs interagissent. La granularité des objets considérés est variable. Par exemple, dans le cadre d'un musée augmenté, le concepteur peut choisir de faire interagir l'utilisateur avec l'ensemble du musée (augmentation de l'environnement [Mackay 1998]) ou avec les œuvres d'art (augmentation des objets et/ou de l'utilisateur [Mackay 1998]).
- Collaboration : D'autre part, le rôle des objets dans l'interaction a une incidence sur la collaboration entre les utilisateurs [Dix 1993]. Les objets deviennent des ressources à partager, une source d'information collective ou des supports d'interaction.
- Mobilité : Enfin, la répartition géographique des objets fait que les utilisateurs ont à se déplacer, par exemple pour trouver ces objets (tâche de collecte).

Pour décrire les objets au sein d'un système mixte collaboratif et mobile, nous caractérisons les objets avec lesquels les utilisateurs interagissent. Nous retenons cinq caractéristiques présentées sous forme d'axes à la Figure 2 :

- Une caractéristique est le type de l'objet. Un objet est numérique ou physique. Ce type s'applique à tous les objets manipulés par les utilisateurs. Le type a un impact sur le choix de l'interaction avec l'objet. Un objet numérique requiert un dispositif particulier, notamment pour le retour d'information, à l'opposé d'un objet physique. Néanmoins un objet physique implique que le système soit capable de capturer les informations

le concernant afin de prolonger l'interaction dans le monde numérique.

- Une deuxième caractéristique d'un objet est son caractère original : est-ce un objet original, une représentation d'un objet physique ou la représentation d'un objet numérique. Cette caractéristique s'interprète en fonction du type de l'objet.
  Si l'objet est de type numérique, son caractère original indique qu'il est l'objet de référence (la duplication dans le monde informatique étant plus facile que dans le monde réel). Le cas d'un objet physique original correspond simplement aux cas où les utilisateurs sont en présence directe avec l'objet.
  L'objet peut être une représentation d'un autre objet de type numérique ou physique. Par exemple, les phicons [Ishii 1997], qui permettent l'interaction avec des objets numériques par manipulation d'objets réels comme des cubes, constituent des objets physiques représentant des objets numériques. A l'inverse, les objets numériques disponibles sur un site archéologique avec le système MAGIC [Nigay 2002] sont des représentations d'objets physiques. Ces objets numériques sont en effet une capture de découvertes archéologiques qui ont été enlevées du site pour permettre des analyses plus approfondies ou pour permettre de poursuivre la fouille.
- Une autre caractéristique d'un objet concerne le nombre d'utilisateurs en sa présence. Cette caractéristique se décrit par un axe dont les valeurs numériques s'échelonnent de zéro (personne n'est en contact avec l'objet) à tous (tous les utilisateurs sont en contact avec l'objet). Nous notons que si la valeur sur l'axe "Nombre d'utilisateurs en présence" est égale à aucun, les utilisateurs disposent alors d'une représentation de l'objet.
- Une quatrième caractéristique d'un objet concerne son utilisation. Elle est adaptée de [Dubois 2001]. Nous caractérisons un objet selon qu'il est un instrument ou le sujet de la tâche. Nous affinons cette définition en considérant les trois facettes du modèle du trèfle des collecticiels [Salber 1995] :
  - L'objet peut appartenir à la facette production des collecticiels. Il peut être un outil pour la production, comme une aiguille (pour une ponction péricardique) d'un chirurgien avec le système Casper [Dubois 2001]. L'objet peut être aussi le but même de l'interaction, le sujet de la tâche, comme l'imprimante dans le système de réparation Karma [Feiner 1993].
  - L'objet peut appartenir à la facette communication des collecticiels. Il est alors un vecteur de communication [Dix 1993], comme un mémo numérique du système GéoNote [Persson 2002].
  - L'objet peut appartenir à la facette coordination des collecticiels. Il est alors un vecteur de coordination, comme la carte où sont représentées les positions des utilisateurs dans le système ActiveMap [McCarthy 1999].
- Une cinquième caractéristique concerne la localisation du savoir/savoir-faire lié à l'objet. Le savoir-faire peut être co-localisé ou distant de l'objet. A condition de connaître la répartition à priori des utilisateurs, cette caractéristique permet de prévoir un flux important d'échanges entre les utilisateurs. En effet, les connaissances sont très liées aux objets (ou à leurs représentations) car elles sont les outils intellectuels de leurs manipulations. Elles font partie des moyens à mettre en œuvre pour permettre, faciliter, favoriser les actions des utilisateurs sur les objets. Par exemple, dans le système de réparation d'un vélo [Kraut 1996], l'expert n'étant pas dans l'atelier de réparation du vélo, les connaissances (de l'expert) sont donc distantes de l'objet, but de l'activité, le vélo. Dans ce système, il est clair que le technicien aura recours à l'expert. Nous constatons donc que ce savoir-faire peut expliquer, justifier l'asymétrie des rôles dans un système mixte collaboratif et mobile.

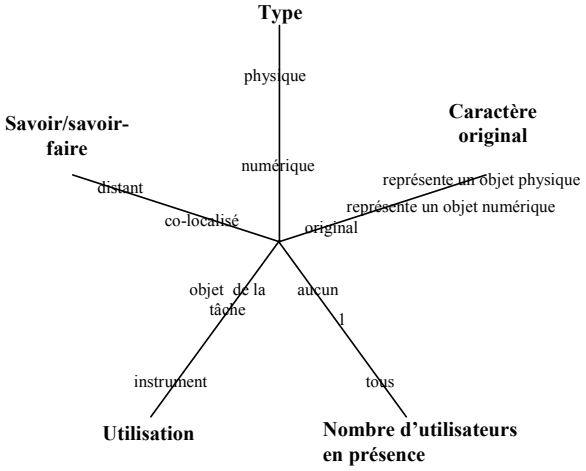


Figure 2 : Cinq axes de caractérisation des objets.

La caractérisation en cinq axes des objets impliqués dans l'interaction définit un espace de conception. Cet espace organise au sein d'un canevas intégrateur un ensemble de points de conception que le concepteur doit considérer lors de la spécification du système mixte collaboratif et mobile.

Complémentaire à cet espace de caractérisation, nous introduisons dans le paragraphe suivant une notation

graphique simple qui permet de représenter graphiquement les scénarios projetés pour en faciliter l'étude.

NOTATION GRAPHIQUE D'UN SCENARIO PROJETE

Nous introduisons une notation graphique des scénarios projetés afin d'en faciliter l'étude grâce à une représentation visuelle synthétique simple. Cette notation permet de représenter les utilisateurs et les objets, leurs relations spatiales ainsi que la création ou la destruction d'objets.

La représentation graphique des utilisateurs est présentée à la Figure 3. Par une annotation textuelle, nous décrivons le groupe et le rôle d'un utilisateur. Par exemple à la Figure 3, nous avons annoté un utilisateur par « visiteur ».

Comme le montre la Figure 4, nous adoptons la même syntaxe pour représenter les objets que celle utilisée pour représenter les utilisateurs. Nous traduisons graphiquement les cinq caractéristiques des objets identifiées au paragraphe précédent. Les trois axes "Type", "Caractère original" et "Utilisation" sont traduits graphiquement tandis que nous représentons le fait que le savoir/savoir-faire est distant par la marque $\overline{K}$ (par défaut le savoir/savoir-faire étant co-localisé). Enfin le cinquième axe "Nombre d'utilisateurs en présence" est traduit par le nombre d'utilisateurs (de triangles) à proximité de l'objet sur le schéma du scénario.

A la Figure 5, nous introduisons les représentations des interactions et des relations spatiales entre les entités graphiques des Figures 3 et 4 :

- Les interactions mixtes (avec intervention du système informatique) entre un utilisateur et un objet ou entre deux utilisateurs sont représentées par une double flèche. Si l'interaction est à sens unique, une seule flèche est représentée. Les actions des utilisateurs sans intervention du système informatique sont notées par une flèche pointillée.
- L'adjacence de deux entités est significative : elle traduit une relation d'association. Les entités adjacentes constituent un "tout" qui par exemple se déplace ensemble. Un exemple de ce type de relation est un utilisateur avec un outil à la main (des degrés de libertés entre les différentes entités sont encore possibles).
- Un mouvement spécifique qui a un impact sur l'interaction est représenté par des trajectoires, c'est-à-dire une courbe en pointillés. Le libre mouvement des utilisateurs autour des objets est sous-entendu.
- La séparation entre deux lieux d'interaction est représentée par une barre épaisse. Cette séparation traduit le fait qu'un utilisateur ne peut agir directement sur une entité qui se trouve au delà de la séparation.

A la Figure 6, nous introduisons deux relations particulières :

- Une flèche double (=>) traduit la création d'une nouvelle entité tandis qu'une flèche double barrée signifie la destruction d'une entité. La création/destruction d'entités permet de traduire la dynamique des liens entre les mondes physiques et numériques [Nigay 03].
- Lorsqu'une entité originale et une ou plusieurs de ses représentations sont sur le même schéma, nous notons cette relation par un trait entre ces entités.

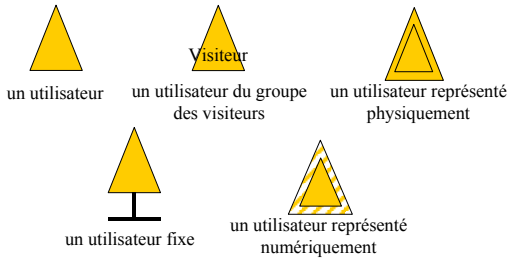


Figure 3 : Représentation des utilisateurs.

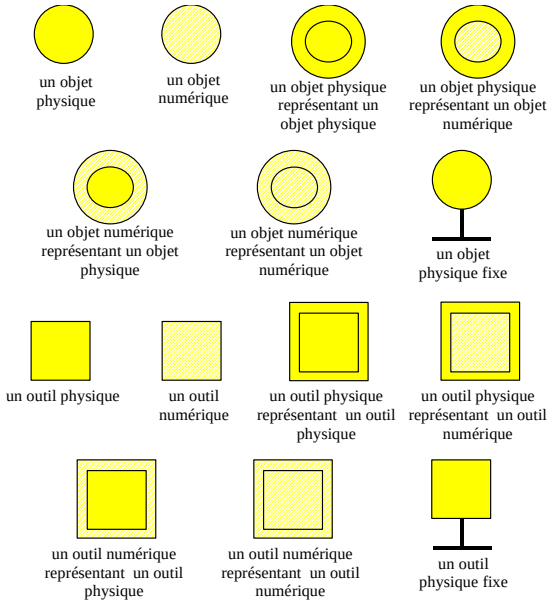


Figure 4 : Représentation des objets.

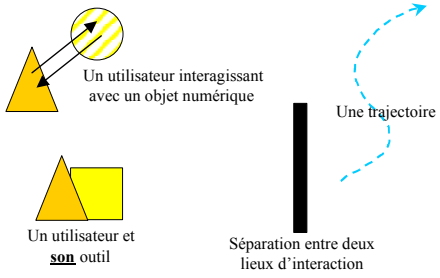
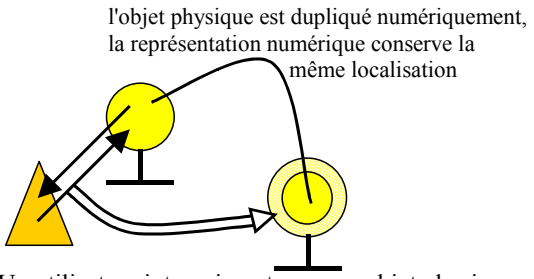


Figure 5 : Représentation des interactions et relations spatiales.

Pour un scénario projeté, il est possible d'avoir plusieurs schémas. Les schémas sont alors ordonnés en étapes selon le déroulement temporel du scénario. Les éléments communs aux différents schémas sont alors mis en relation par un trait les liant.



Un utilisateur interagissant avec un objet physique fixe, créant ainsi une représentation numérique fixe (localisée) de cet objet

Figure 6 : Représentation des relations particulières.

APPORTS DE LA NOTATION ET DES CARACTERISTIQUES DES OBJETS

L'apport de la notation est double : concision par rapport à la description narrative et simplicité, tous deux favorisant l'exploration en phase de conception. Nous reprenons l'exemple du système *NaviCam+* (une version collaborative asynchrone du système NaviCam [Rekimoto 1995]) pour illustrer ces deux points.

A la Figure 7, nous caractérisons l'œuvre d'art, un objet d'importance dans le système *NaviCam+*. Cet objet est physique et original, il est de plus l'objet de la tâche. Lorsque seul le visiteur est en présence de l'œuvre d'art, les connaissances relatives à l'œuvre d'art sont distantes. Ce cas est représenté par le polygone foncé à la Figure 7. A l'inverse, si l'expert est en présence de l'œuvre d'art, alors les connaissances s'y rapportant sont co-localisées. Par le polygone clair, nous représentons le cas où l'expert est seul devant l'œuvre (nombre d'utilisateur en présence = 1) et le cas où l'expert et avec le visiteur (nombre d'utilisateur en présence = tous). A la Figure 8, nous représentons le scénario projeté abstrait que nous avons précédemment présenté sous forme narrative. Le système est asynchrone, il y a donc deux temps dans l'interaction représenté par deux schémas : l'expert (étape A) et le visiteur admirant l'œuvre d'art (étape B). L'étape A décrit l'expert (un ami du visiteur dans le scénario) spécifiant des explications sur l'œuvre d'art : ses interactions avec l'objet (flèche dirigée vers l'objet) définissent l'augmentation (la flèche dirigée vers l'utilisateur). Ce mécanisme de définition est traduit par une flèche double. L'étape B montre donc l'utilisateur visiteur observant l'œuvre d'art augmenté des informations laissées par son ami expert.

Une alternative possible pour la création du lien relatif au tableau par l'expert est de définir cette augmentation de manière purement numérique. Dans un cas, la flèche double part de l'expert vers le lien partant de l'œuvre d'art et la relation partant de l'expert vers le tableau est en pointillé (il s'agit alors d'une interaction dans le monde physique). Dans la suite de l'illustration des intérêts de notre notation, nous conservons l'hypothèse d'une création du lien via une interaction mixte.

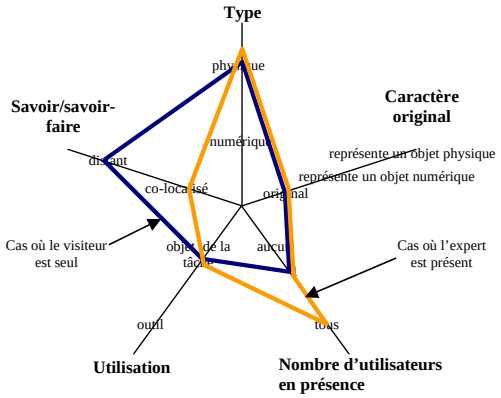


Figure 7 : Caractérisation de l'oeuvre d'art dans le système *NaviCam+*.

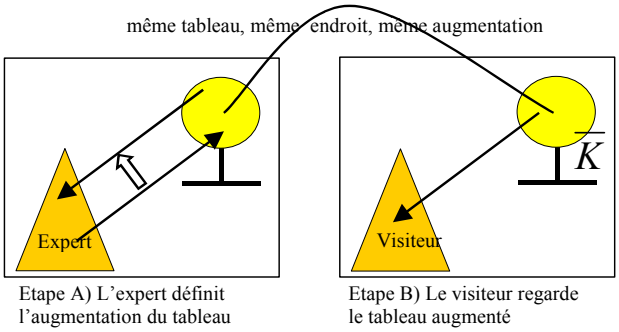


Figure 8 : Schémas pour les scenarios projetés de *NaviCam+*.

A la Figure 9, nous avons représenté le scénario projeté du musée augmenté lorsque le visiteur est instrumenté. Cette instrumentation peut être liée à la lecture de codes-barres avec un crayon optique comme nous l'avons envisagé lors de la présentation des scénarios projetés concrets. Tandis qu'il convient de réécrire le scénario dans sa forme narrative à chaque changement dans la conception, la notation graphique permet de décrire rapidement et de façon concise les solutions de conception envisagées. Ainsi en utilisant la notation graphique pour décrire les scénarios projetés, nous obtenons une vue synthétique riche d'informations sur les objets intervenant dans l'interaction et sur les interactions elles-mêmes.

Malgré sa simplicité, la notation permet néanmoins de décrire les aspects cruciaux de l'interaction. Cette simplicité favorise l'exploration des possibilités lors de la conception. Par exemple, les Figures 10 à 13 présentent plusieurs alternatives de conception pour une version synchrone du système *NaviCam+* avec deux utilisateurs co-localisés. L'expert utilise alors le système pour montrer directement sur l'œuvre d'art les explications qu'il fournit

au visiteur. Ces explications peuvent être des annotations, une mise en valeur de certaines parties de l'œuvre, etc.

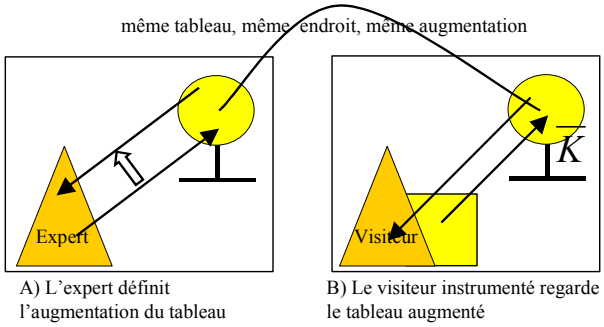


Figure 9 : *Navicam+* avec un visiteur instrumenté.

Ces nouvelles versions du système impliquent qu'il n'y ait plus qu'une seule caractérisation de l'objet "œuvre d'art", le polygone clair de la Figure 7: la caractéristique "nombre d'utilisateurs en présence" a la valeur "tous" et la caractéristique "savoir/savoir-faire" a la valeur "co-localisé". Dans les Figures 10 à 13, les changements de caractéristiques de l'œuvre d'art se traduisent par la présence de tous les utilisateurs autour de l'objet et la disparition du signe $\overline{K}$, puisque désormais l'expert et le visiteur sont ensemble devant l'œuvre d'art.

Dans les Figures 10 à 13, nous explorons la possibilité d'instrumenter aucun, un ou tous les utilisateurs. Ces outils pourraient être des pinceaux pour dessiner, annoter ou encore désigner « numériquement » des éléments de l'œuvre d'art, comme ceux utilisés dans [Reitmayr 2001]. Sur chaque Figure de 10 à 13, nous avons tracé une flèche de l'œuvre d'art vers l'expert. Ceci implique que l'expert perçoit aussi l'œuvre d'art augmenté comme le visiteur. Quand le visiteur est instrumenté, il doit alors interagir explicitement avec l'œuvre d'art, par exemple pour sélectionner une information. Il est alors nécessaire de représenter cette action du visiteur par une flèche de l'outil qu'il tient ou porte vers l'œuvre d'art.

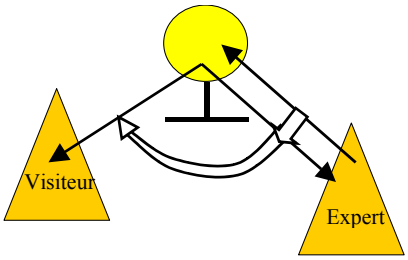


Figure 10 : Version de *Navicam+* synchrone avec des utilisateurs co-localisés.

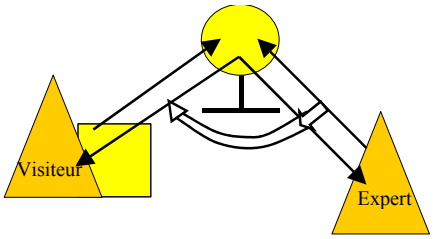


Figure 11 : *Navicam+* synchrone avec des utilisateurs co-localisés et le visiteur instrumenté.

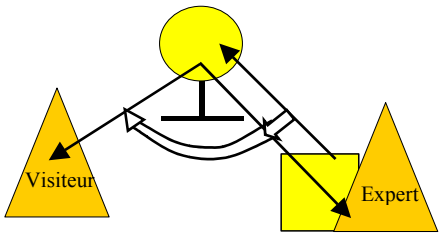


Figure 12 : *Navicam+* synchrone avec des utilisateurs co-localisés et l'expert instrumenté.

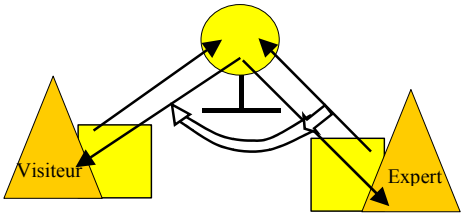


Figure 13 : *Navicam+* synchrone avec des utilisateurs co-localisés et instrumentés.

La Figure 14 propose d'explorer une version du musée augmenté synchrone mais avec des utilisateurs distants. L'œuvre d'art devant le visiteur est de nouveau caractérisée par le polygone foncé de la Figure 7. L'élément introduit est une représentation numérique de l'œuvre dont doit disposer l'expert pour définir l'augmentation. Par ailleurs, il est concevable d'envisager une communication orale entre les deux utilisateurs (relation en pointillé en bas du schéma de la Figure 14). Là encore, d'autres schémas sont possibles en considérant l'instrumentation des utilisateurs.

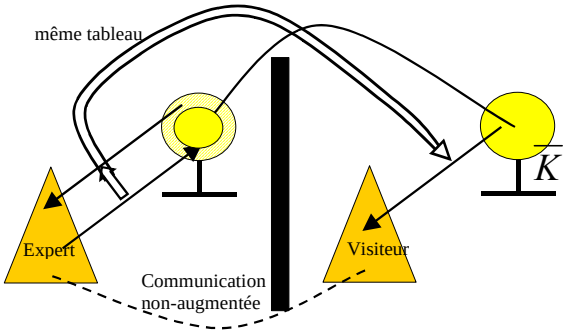


Figure 14 : *Navicam+* synchrone avec des utilisateurs distants

CONCLUSION

Destinés aux concepteurs de systèmes mixtes collaboratifs et mobiles, nous avons présenté un espace de caractérisation des objets intervenant dans l'interaction et nous avons exposé une notation pour représenter graphiquement des scénarios projetés. Ces derniers décrivent l'activité future des utilisateurs avec le système en cours de conception. La simplicité et la concision de la représentation graphique des scénarios projetés favorisent l'exploration d'alternatives en phase de conception.

L'étape suivante après la conception de l'interaction consiste en sa réalisation informatique. Il convient alors de choisir les dispositifs d'entrée/sortie. Pour cette phase, la notation ASUR [Dubois 2001] permet de caractériser les adaptateurs ou dispositifs. Il nous semble donc pertinent d'étudier le passage des représentations graphiques de scénarios projetés à des diagrammes ASUR.

BIBLIOGRAPHIE

[Araya 1995] Araya. Questioning ubiquitous computing. In Conference Proceedings of the 1995 ACM 23rd annual conference on Computer Science, Nashville, February 1995, pp 230-237.

[Dix 1993] Dix, Finlay, Abowd, Beale. Human-Computer Interaction. Book, Prentice-Hall, 1993, 570 pages.

[Dubois 2001] Dubois. Chirurgie Augmentée, un Cas de Réalité Augmentée – Conception et Réalisation Centrées sur l'Utilisateur. Thèse de doctorat informatique, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, Juillet 2001, 275 pages.

[Feiner 1993] Feiner, MacIntyre, Seligman. Knowledge-based augmented reality. Communications of the ACM, vol. 36, n°7, July 1993. pp 53-62.

[Ishii 1997] Ishii, Ullmer. Tangible Bits : Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. In Conference Proceedings of the ACM conference CHI'97, Atlanta, March 1997, pp 234-241.

[Jacobson 1995] Jacobson. The Use Case Construct in Object-Oriented Software Engineering. In Carroll, J. M. (Ed.), Scenario-based design. Envisioning work and technology in system development. Wiley, New York, 1995, pp. 309-336.

[Kjeldskov 2003] Kjeldskov, Graham. A Review of Mobile HCI Research Methods. In Conference Proceedings of the 5th International Symposium, Mobile HCI 2003, Springer-Verlag, LNCS 2795, Udine, September 2003, pp 317-335.

[Kraut 1996] Kraut, Miller, Siegel. Collaboration in Performance of Physical Tasks: Effects on Outcomes and Communication. In Conference Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW'96, Boston, November 1996, pp. 57-66

[Mackay 1998] Mackay. Augmenting Reality: Linking real and virtual worlds A new Paradigm for interacting with computers. In Conference Proceedings of AVI'98, ACM Conference on Advanced Visual Interfaces, ACM, New York, 1998, pp 1-9.

[McCarthy 1999] McCarthy, Meidel. ActiveMAP : A Visualization Tool for Location Awareness to Support informal Interactions. In Conference Proceeding of the First International Symposium on Handheld and Ubiquitious Computing, HUC'99, LSCS 1707, Karlsruhe, Germany, September 1999. pp. 158-170.

[Nigay 2002] Nigay, Salembier, Marchand, Renevier, Pasqualetti. Mobile and Collaborative Augmented reality: A Scenario Based Design Approach. In Conference Proceedings of the 4th International Symposium, Mobile HCI 2002, Springer-Verlag, LNCS 2411, Pisa, 2002, pp. 241-255.

[Nigay 2003] Nigay, Dubois, Renevier, Pasqualetti, Troccaz. Mixed Systems: Combining Physical and Digital Worlds. In Conference Proceedings of HCI International 03, Crete, June 2003, (Part I) vol 1, pp 1203-1207.

[Pascoe 2000] Pascoe, Ryan, Morse. Using While Moving: HCI Issues in Fieldwork Environments. ACM Transactions on Computer Human Interaction, Vol. 7, No 3, September 2000, pp. 417-437.

[Persson 2002] Persson, Espinoza, Fagerberg, Sandin, Cöster. GeoNotes: A Location-based Information System for Public Spaces. Readings in Social Navigation of Information Space, Chap. 6, Springer, 2002, pp 151-173.

[Reitmayr 2001] Reitmayr, Schmalstieg. Mobile Collaborative Augmented Reality. In Conference Proceedings of the 4th International Symposium on Augmented Reality (ISAR 2001), IEEE, New York, October 2001, pp 114-123.

[Rekimoto 1995] Rekimoto, Nagao. The World through the Computer : Computer Augmented Interaction with Real World Environments. In Proceedings of UIST'95, Pittsburgh, 1995, pp 29-36.

[Salber 1995] Salber. De l'interaction individuelle aux systèmes multiutilisateurs. L'exemple de la Communication Homme-Homme-Médiatisée. Thèse de doctorat Informatique, université Joseph Fourier, Grenoble, France, Septembre 1995, 303 pages.