

Interaction simultanée avec plusieurs surfaces d'information

Christophe Lachenal (Christophe.Lachenal@imag.fr)
Laboratoire CLIPS-IMAG, Equipe IIHM
BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France
Tuteur du stage : Joelle Coutaz

4 septembre 2000

1 INTRODUCTION

Les formidables progrès accomplis dans la miniaturisation des microprocesseurs, la couverture des réseaux informatiques tant au niveau domestique que planétaire, constituent un terreau propice à la disparition progressive de l'ordinateur "boîte grise" au profit de puces électroniques serties dans les objets de la vie quotidienne et reliés en réseau. Ainsi peut-on constater le succès des téléphones mobiles et des assistants personnels. Dans les laboratoires, sont conçus des objets augmentés comme le Tableau Magique et le Bureau Digital. Tous ces objets ont en commun la capacité de traiter de l'information, mais chacun se distingue par des propriétés interactionnelles spécifiques. Par exemple, la petitesse des écrans des portables conduit à reconsidérer les structures d'interaction classiques de l'ordinateur de bureau [8]. Les écrans, lieu d'échange d'information, ont un statut privilégié dans l'interaction.

Dans cette étude, nous considérons la généralisation de l'écran usuel avec la notion de surface d'interaction. Puisque les objets sont communicants, l'opportunité nous est donnée d'explorer la composition de surfaces. Nous prenons comme étude de cas, l'utilisation simultanée d'un tableau électronique et d'un assistant personnel pour l'édition de dessins. La nouveauté de cette situation interactionnelle mérite une étude approfondie tant du point de vue système que du point de vue ergonomie. L'objectif est d'étudier les mécanismes logiciels nécessaires au gommage de l'hétérogénéité des systèmes d'exploitation, et d'inventer de nouvelles formes d'interaction qui tirent parti des spécificités interactionnelles de la composition de surfaces.

L'approche de recherche adoptée est la suivante : utiliser le cadre de conception produit en DEA [2] pour concevoir une application répartie sur deux surfaces hétérogènes, mettre en oeuvre l'application au moyen des outils de programmation disponibles, analyser les leçons de l'expérience en vue de travaux de recherche doctorale. Le plan de l'exposé de ces travaux de Magistère suit cette démarche : rappel des principes de la notion de surface d'information, présentation de l'étude de cas et justification des choix, mise en oeuvre et analyse de l'expérience.

2 SURFACE D'INFORMATION

Nous précisons ci-dessous notre concept de surface d'information avec l'énoncé de sa définition et l'introduction des attributs et propriétés interactionnelles utiles à la conception et mise en oeuvre de nouvelles formes d'interaction avec des surfaces.

2.1 Définition

En physique, une surface est une frontière entre deux milieux. En géométrie, une surface est une figure à deux dimensions de l'espace, engendrée soit par le déplacement d'une courbe soit par un ensemble de points vérifiant une loi [7]. Une surface d'information emprunte aux deux définitions.

Une surface d'information est un ensemble fini de points satisfaisant une loi (dans notre cas, l'appartenance à un même plan). Elle forme une frontière entre deux milieux, l'un solide (le support de la surface), l'autre gazeux (l'air qui nous entoure). En outre, ces points, parce qu'ils sont observables et manipulables par un système humain et/ou informatique, constituent, pour ces agents, de l'information potentielle. Pour un système informatique, l'observation des points se fait au moyen de capteurs. Chez l'homme, ce rôle d'acquisition est assuré par les sous-systèmes sensoriels (vision, toucher, etc.). La manipulation des points fait intervenir des instruments (un chiffon pour effacer, le stylo pour colorier ou encore un stylet pour sélectionner). Le coloriage de points par un système informatique est réalisé par des effecteurs, par exemple un vidéoprojecteur.

Une surface d'information comprend donc deux volets complémentaires :

- Un volet abstraction en tant qu'ensemble fini de points dont le traitement constitue de l'information,

- Un volet physique en tant que frontière finie entre deux milieux, solide et gazeux.

Alors que le volet abstraction permet d'embrasser l'infini de la richesse informationnelle d'une surface, le volet physique permet d'appréhender, par sa frontière naturelle, le caractère unitaire ou composé d'une surface :

- Une surface d'information est élémentaire lorsque sa frontière naturelle constitue une unité. Un tableau mural, une feuille de papier, un mur, la zone d'affichage d'un écran, sont des surfaces élémentaires.

- Une surface d'information est composée lorsqu'elle est le résultat d'un assemblage de surfaces, que celles-ci soient élémentaires ou composées. Plusieurs tableaux disposés côte à côte dans une pièce forment une surface composée. Une surface d'information, élémentaire ou composée, n'est pas nécessairement exploitée dans sa totalité, ni par le système, ni par l'utilisateur [2] . Par exemple un utilisateur de petite taille ne pourra accéder en écriture au sommet d'un tableau fixé trop haut pour lui.

Cette étude a trait à l'étude de surfaces composées de surfaces élémentaires, un Palm pilot et un tableau électronique, fortement différenciées par leurs attributs et propriétés interactionnelles :

2.2 Attributs et propriétés interactionnelles

Une surface élémentaire se caractérise par trois classes d'attributs:

- La forme au sens géométrique. Le globe terrestre avec sa carte géopolitique est une surface sphérique, mais dans cette étude, nous ne retenons que les surfaces planes.

- La superficie : une feuille de papier n'offre pas les mêmes ressources qu'un tableau. Pour l'utilisateur, l'interaction en grand diffère de l'interaction en petit.

- La matière constituante (plastique, carton, papier, béton, toile, etc.) qui induit des propriétés sensorielles ou sociales : en principe on n'écrit pas au stylo feutre sur l'écran d'un palm pilot ni sur le mur du laboratoire !

Les attributs d'une surface se traduisent par des propriétés pertinentes pour la qualité interactionnelle, mais aussi pour la mise en oeuvre de système. Citons :

- La discernabilité : liée à la forme ou à la matière qui peut être lisse ou avec des aspérités, matte ou brillante entraînant des reflets.

- La mobilité : mobile, la surface est orientable, pivotable, déplaçable, saisissable.

- L'observabilité : les frontières des régions d'acquisition et de projection système doivent être observables. Ce faisant l'utilisateur est renseigné sur les capacités de perception et d'action du système.

3 L'ETUDE DE CAS : ASPECTS CONCEPTION

3.1 Le matériel

Cette étude concerne la composition de deux surfaces élémentaires utilisées habituellement de manière indépendante : un tableau électronique SmartBoard et un assistant personnel Palm Pilot.

- Le SmartBoard est un tableau blanc tactile sur lequel on peut écrire physiquement (avec des stylos feutre) ou électroniquement via un vidéoprojecteur (et une étape de calibrage). Sa surface est grande (près de 2 m²), sa puissance de calcul est celle d'un PC moderne, et il dispose de multiples formes de communication réseau (ports infrarouge et série, protocoles TCP/IP, etc.).

- Par opposition, la surface d'interaction du Palm Pilot est réduite (environ 25 cm²) et se manipule avec un stylet. La puissance de calcul et la capacité mémoire sont limitées, le système de communication (ports infrarouge ou série) et d'exploitation (PalmOS), particuliers.

Au bilan, les surfaces d'interaction considérées sont de même forme (rectangulaire) mais diffèrent par la taille et la matière constituante. Elles se distinguent aussi par leurs capacités de traitement (liées au système qui les contrôle), et leurs dispositifs d'entrée. Mais la composition de ces surfaces hétérogènes m'a amené à imaginer une situation interactionnelle nouvelle pour une activité habituelle : l'édition graphique.

3.2 L'application

L'Interface Homme Machine (IHM) des éditeurs de dessin usuels comprend les outils de contrôle (formes, couleurs, etc.) regroupés dans des palettes et menus, et le canevas de production. Si nous considérons deux surfaces communicantes, par analogie avec l'activité de l'artiste peintre qui tient sa palette de couleurs dans la main, les outils de contrôle peuvent être installés sur le Palm Pilot (tenu dans une main) tandis que le tableau sert à la production avec l'autre main. La répartition de l'IHM sur les deux surfaces peut être statique ou dynamique, sur demande de l'utilisateur. L'IHM peut aussi être dupliquée sur les deux surfaces, avec éventuellement des représentations différentes pour tenir compte des différences de taille. (Cette adaptation, qui relève de la plasticité des IHM [8] sort du cadre de cette étude.) L'étude du couplage d'un Palm Pilot à un PC est un phénomène récent. A notre connaissance, le Palm y joue un rôle fixe de télécommande [3] où sont regroupés les outils de contrôle

pour agir à distance sur une application. Dans ces conditions, le Palm est un simple émetteur de messages. Dans notre cas, le Palm doit pouvoir changer dynamiquement de statut allant de la simple télécommande à une surface d'interaction véritable en fonction des besoins interactionnels.

3.3 L'architecture logicielle

Une architecture conceptuelle à agents de type PAC semble convenir à la répartition du composant IHM sur plusieurs processeurs [4]. Dans le cas de notre application de dessin, il suffit d'appliquer le patron PAC "agent ciment syntaxique" [5]. Selon ce patron, si la spécification d'une commande implique des actions distribuées sur plusieurs agents, ces agents doivent être placés sous le contrôle d'un agent qui cimente les actions en une commande. Les palettes d'outils sont modélisées chacune par un agent PAC. Il en va de même pour la zone de dessin. Créer une figure, c'est choisir la forme (donc agir sur un agent palette) puis dessiner sur la surface (donc agir sur l'agent surface). Le patron "ciment syntaxique" s'applique donc. L'allocation des agents PAC aux processeurs dépend de la répartition de l'IHM commandée par l'utilisateur. Dans le cas de la situation de l'artiste peintre, les agents palettes sont alloués au Palm Pilot tandis que l'agent zone de dessin s'exécute sur le PC. L'agent ciment syntaxique peut être répliqué ou alloué à une seule des deux machines (le PC pour ses capacités de calcul et mémoire). Cette configuration évolue dynamiquement en fonction des demandes utilisateur. Cette conception fondée sur le couplage de surfaces avec répartition dynamique de l'IHM est soumise aux contraintes techniques (et au temps imparti à l'étude).

4 LES CONTRAINTES ET CHOIX TECHNIQUES

Les contraintes techniques sont liées au choix du langage de programmation et au type de communication utilisables sur chaque plate-forme.

4.1 Choix du langage

Le critère de portabilité et la disponibilité d'outils pour la production d'IHM graphique militent en faveur de Java. Sur PC, la version JDK 1.2.2 s'impose. Côté Palm, plusieurs machines Java sont disponibles mais seules KVM (dite aussi Java 2 micro édition) développée par SUN et Waba de WabaSoft méritent d'être explorées. KVM et Waba offrent du "Java-like" : les classes ne sont pas conventionnelles tant au niveau des noms que des services implémentés. Cet état élimine de facto la migration dynamique de code et impose une réplification idoine sur chaque processeur. Du point de vue graphique, KVM permet des possibilités proches de Swing ou de l'AWT alors que WABA est très élémentaire sur ce plan.

4.2 Communication entre surfaces

Le Palm peut communiquer par infra rouge et principalement avec un autre Palm. Il peut aussi communiquer par le port série. Le PC, quant à lui, peut communiquer via la carte réseau, les ports série ou infra rouge. Nos tests ont montré que la communication par infra rouge est très délicate à mettre en oeuvre : elle n'existe qu'à moitié dans KM et est inexistante dans WABA. De plus, l'obligation de placer le Palm en quasi contact avec le PC pour communiquer est une contrainte trop grande du point de vue de l'utilisabilité. En l'état, nous avons dû nous contenter des ports série en reliant le Palm par câble au port COM1 du PC. Côté Palm, la KVM, pourtant mieux placée pour sa bibliothèque graphique, n'inclut pas la gestion des ports. WABA reste la seule option malgré la pauvreté des outils graphiques. Côté PC, les "Stream" de la JDK 1.2.2 via le port série rendent la communication possible. Au final nous avons donc utilisé WABA sur Palm et JDK 1.2.2 sur PC avec une communication via le port série. La communication se faisant à un bas niveau d'abstraction (échange simple de messages).

5 L'ETUDE DE CAS : REALISATION EFFECTIVE

Les contraintes imposées par l'état actuel de la technique disponible ont conduit à la mise en oeuvre d'un prototype simplifié. En particulier, la migration de code est éliminée et la configuration logicielle est statique. Sur le Palm pilot figurent les boutons de contrôle, mais sans réduire le Palm au rôle de télécommande. Par exemple, pour créer une figure rectangulaire, l'utilisateur désigne au stylet (ou au doigt) l'icône rectangle affichée sur le palm. Celle-ci passe en mode "reverse vidéo" pour signifier que le mode courant est "dessiner rectangle". L'utilisateur peut alors dessiner un rectangle sur la grande surface (coté SmartBoard). Une fois le rectangle dessiné, le PC envoie le message "rectangle créé" au palm qui ordonne à l'icône rectangle de revenir au mode normal. Ainsi le Palm, qui reçoit des messages de commande du PC, n'est pas seulement une télécommande.

Les messages en direction du Palm sont indispensables au bon respect de la propriété ergonomique d'observabilité [1]. Le respect de cette propriété implique que le mode courant de l'éditeur de dessin soit visible simultanément sur les deux surfaces. Du côté du SmartBoard, le mode est rendu observable par la forme du curseur de la souris. En effet celle-ci change en fonction du dessin à produire. Si aucun mode n'a été choisi côté Palm, le mode courant est celui de la sélection ; ainsi l'utilisateur peut sélectionner une figure géométrique et redéfinir les paramètres de couleur ou de trait. Comme cette information contenue dans la forme du curseur suffit à rendre le mode observable, toute la surface du tableau peut être consacrée au dessin.

Le système de communication par message entre les deux surfaces s'inscrit particulièrement bien dans l'architecture PAC. L'architecture comprend deux sous-arbres correspondant chacun au programme exécuté sur chaque processeur. La communication par messages entre les deux processeurs se fait entre les deux racines des sous-arbres et conformément au style PAC (tout agent fils ne communique qu'avec son agent père ; ainsi la racine de chaque sous arbre est tenue informée de l'évolution de l'application). Cette caractéristique simplifie la communication entre les surfaces (ou processeurs) puisque sa gestion est assurée à la racine de l'architecture et non pas derrière chacun des interacteurs susceptibles de recevoir des événements de l'utilisateur.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans ce projet de Magistère, j'ai conçu un exemple de nouvelle situation interactionnelle par composition de surfaces : l'éditeur graphique selon la métaphore de l'artiste peintre. J'ai exploré et évalué les possibilités des outils actuels en vue de mettre en oeuvre l'application conçue. Le caractère très exploratoire de ces outils ont conduit à la réalisation d'un prototype simpliste mais prospectif. Au-delà du constat sur l'absence d'outils adaptés et fiables, ce travail expérimental a permis d'ouvrir des questions de fond : comment concevoir une application dont le contenu interactionnel est réparti sur plusieurs surfaces ? Comment réduire ou exploiter les différences entre les surfaces (taille, plate-forme, puissance de calcul, etc.) afin de rendre l'application finale cohérente pour l'utilisateur ? Comment établir une communication système fiable entre des dispositifs si hétérogènes et récents ?

Voici quelques éléments de réponse que j'approfondirai au cours de mes recherches doctorales. Sur le plan conception d'IHM, il convient d'identifier les rôles d'une surface en fonction de ses attributs (aptitudes) intrinsèques et usages sociaux. Par exemple, la petite taille du Palm en fait une surface mobile destinée à un usage privé. Le Palm pourrait aussi servir d' "aire de stockage". Par exemple, dans une salle de travail, les personnes équipées de leurs assistants personnels contenant leurs documents, pourraient les poser sur une table augmentée par un simple geste de type "pick and drop". Ces documents seraient alors accessibles à toutes les personnes présentes. Puis, en fin de réunion, ils pourraient être récupérés sur les assistant personnels par un simple geste. Cette perspective inspirée de [6], n'est à l'heure actuelle qu'une vision du futur. Sur le plan système, un langage véritablement portable et une infrastructure système sont indispensables au masquage des plates-formes hétérogènes. Ceci ne sera pas le centre de mes recherches mais l'étude d'architectures conceptuelles orientées IHM devront tenir compte de ces infrastructures à venir.

Références

- [1] J. Coutaz. *Interface Homme-Ordinateur : conception et réalisation*. Dunod Informatique, 1990.
- [2] C. Lachenal. Interaction Homme-Machine et Surfaces Augmentées. *I.M.A.G, rapport de DEA*, June 2000.
- [3] Gargiulo R Myers Brad A, Stiel H. Collaboration using multiple PDAs connected to a PC. *Proceedings of the ACM*, pages 285–294, 1998.
- [4] J Nigay, L. Coutaz. Building User Interface: Organizing Software Agent . *Proceedings of the ESPRIT'91 conference*, pages 707–719, 1991.
- [5] L. Nigay. Conception et modélisation logicielles des systèmes interactifs. *I.M.A.G Thesis*, 1994.
- [6] Masanori. Rekimoto, Jun. Saitoh. Augmented Surfaces: a spatially continuous work space for hybrid computing environments. *Proceedings of the CHI'99 conference on Human factors in computing system*, pages 378–385, 1999.
- [7] Petit Robert. *Dictionnaire de la langue française*. Les dictionnaires Le Robert, 1996.
- [8] D. Thevenin. Plasticity of User Interfaces: Framework and research Agenda. *Proceedings of INTERACT'99*, pages 353–359, September 1999.