



Manipulation et analyse d'images médicales 3D via tablettes tactiles

Quentin Roy

► To cite this version:

Quentin Roy. Manipulation et analyse d'images médicales 3D via tablettes tactiles. 25ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'13, Nov 2013, Bordeaux, France. hal-00879663

HAL Id: hal-00879663

<https://inria.hal.science/hal-00879663>

Submitted on 4 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Manipulation et analyse d'images médicales 3D via tablettes tactiles

Quentin Roy

Telecom ParisTech & GE HealthCare

quentin@quentinroy.fr

RESUME

L'analyse radiologique numérique est une tâche difficile nécessitant l'utilisation et la manipulation d'outils complexes et une précision importante. Ces outils, traditionnellement disponibles sur PC, sont actuellement portés vers d'autres types de plateformes comme les tablettes tactiles. Les tablettes tactiles apportent de nouvelles possibilités interactionnelles susceptibles de rendre les logiciels plus faciles d'utilisation. Cependant elles posent aussi de nombreux problèmes d'interaction : occultation, imprécision, absence de clavier physique... Toutes ces limitations réduisent l'expressivité des applications développées pour tablettes. Cette thèse s'inscrit dans cette problématique et vise à proposer des solutions pour enrichir l'interaction sur les surfaces interactives en prenant comme contexte l'analyse radiologique. Nous nous sommes intéressés dans un premier temps à l'activation rapide de commandes fréquentes et répétitives. Nous avons jusqu'à présent proposé trois nouvelles techniques d'interactions : les *Lettres Augmentées*, un nouveau type de raccourcis gestuels, *Sigma Menu*, un menu rassemblant délimiteur, sélection et manipulation directe en un seul geste, et *Progress Print*, un travail complémentaire visant à minimiser la gêne provoquée par la latence des applications.

Mots Clés

Application complexe, imagerie médicale, raccourci, mode, interaction directe, latence

ACM Classification Keywords

H.5.2. [Information interfaces and presentation]: User Interfaces - Graphical user interfaces.

INTRODUCTION

L'analyse radiologique numérique, qui constitue le cadre d'étude de cette thèse CIFRE réalisée avec GE Healthcare, est un travail difficile nécessitant une multitude de tâches complexes et variées telles que la manipulation d'images 3D ou la segmentation d'organes. Ces tâches nécessitent plusieurs étapes, chacune impliquant l'activation d'outils spécifiques. Pour cela un radiologue se sert habituellement d'un clavier, d'une souris à trois boutons ainsi que de deux écrans de 19

pouces permettant la visualisation de plus de 4 vues simultanément. La popularisation des tablettes tactiles et les nouveaux usages médicaux (mobilité, démonstration avec les patients et les médecins, etc) motivent toutefois la mise en place d'une solution pour tablette tactile.

Cependant, adapter ce type d'applications à une tablette est un problème ardu qui nécessite l'élaboration de solutions nouvelles pour enrichir l'interaction. En effet, rares sont les applications pour tablette permettant de l'édition de contenu ou des manipulations avancées. Plusieurs facteurs limitent l'expressivité des tablettes : les problèmes d'occultation (fusion du dispositif d'entrée avec le dispositif de sortie), les problèmes d'imprécision rendant l'acquisition des petites cibles difficile, la surface d'affichage relativement réduite ou encore l'absence de clavier physique. Ainsi, il manque encore des techniques permettant d'accélérer l'accès aux commandes les plus fréquemment utilisées (comme par exemple les raccourcis clavier sur un ordinateur standard) ou encore des moyens pour sélectionner efficacement et sans erreur le type d'action ou de manipulation que l'on souhaite effectuer (comme par exemple avec un quasi-mode sur un ordinateur standard [15]). Accroître l'expressivité des tablettes est donc nécessaire afin de pouvoir utiliser efficacement des logiciels pourvus de fonctionnalités complexes.

Nous nous sommes dans un premier temps intéressés à l'accès rapide à de nombreux éléments. Cela a donné suite à une technique de raccourcis gestuels facilement mémorisables : les lettres augmentées présentées lors de la conférence ACM CHI en 2013 [13]. Par la suite, nous nous sommes intéressés aux problématiques d'alternance entre différents modes de contrôle (par exemple se déplacer dans une scène, faire tourner la scène, régler un filtre, etc). L'étude d'une technique d'interaction regroupant en un seul geste délimiteur, sélection et action est actuellement en cours : *Sigma-Menu*. En parallèle, suite à une problématique rencontrée dans le monde réel, nous nous sommes également intéressés à l'interaction soumise à la latence. Nous avons commencé à réfléchir à une technique appelée *Progress Print*.

LES LETTRES AUGMENTÉES

L'objectif des Lettres Augmentées (*Augmented Letters* ou AL) est de proposer des raccourcis gestuels facilement mémorisables permettant d'accéder rapidement à de nombreux éléments. Un exemple de AL est donné à la Figure 1.

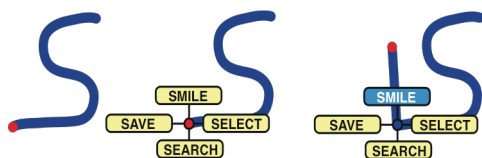


Figure 1: Lettre Augmentée en mode novice. Le menu n'apparaît qu'après une pause de 500ms une fois la lettre tracée.

Contexte

La sélection d'éléments ou de commandes est une tâche effectuée continuellement lors de l'utilisation d'un logiciel : par exemple pour copier un objet ou insérer un saut de page. Souvent, une commande est sélectionnée par le biais d'un menu. Toutefois, ce type de manipulation a l'inconvénient d'être long et fastidieux, surtout pour des utilisateurs experts devant souvent répéter les mêmes actions. Il est alors souhaitable de disposer d'une technique de raccourcis permettant un accès rapide à ces fonctions.

Parmi les différentes techniques qui ont été proposées, les Marking Menus (MM) se sont montrés particulièrement efficaces [6]. Une propriété importante des MM est que l'apprentissage du mode expert se fait par répétition du mode novice, le geste à effectuer étant le même dans les deux cas. Toutefois, ces menus reposent sur une association arbitraire entre gestes et commandes que les utilisateurs doivent donc apprendre. De plus, les MM permettent difficilement l'accès à plus de 8 éléments sur un même niveau [7], ce qui impose généralement d'utiliser des menus hiérarchiques. Cela rend les raccourcis gestuels associés plus difficiles à effectuer [16] et à mémoriser.

Principe de la technique

Les *Lettres Augmentées* exploitent les connaissances linguistiques de l'utilisateur : elles commencent toujours par la première lettre de la commande associée. Une partie du geste à effectuer - la lettre, c'est-à-dire un symbole arbitraire mais "sur appris" - est donc connu à l'avance. Plusieurs commandes pouvant commencer par la même lettre, celle-ci est "augmentée" par un appendice rectiligne (voir Figure 1) dessiné sans relever la main. La direction de cet appendice permet de différencier les commandes commençant par la même lettre. En théorie, cette organisation permet donc d'accéder à un peu plus de 200 éléments différents.

La technique fournit une aide interactive qui fonctionne de la même manière que les MM. Si l'utilisateur ne connaît pas encore l'appendice correspondant à la commande souhaitée, il lui suffit de tracer la lettre puis d'attendre 500ms. Un menu circulaire apparaît alors et l'utilisateur peut poursuivre son geste dans la direction adéquate. Grâce à ce fonctionnement et similairement aux MM, les AL permettent un apprentissage implicite du mode expert par la force de la répétition, les gestes étant les mêmes en mode expert et en mode novice.

L'utilisation du langage permet une association mnémotecnique entre chaque commande et le geste qui lui est associé. D'après la loi de Hick-Hyman [5] et les résultats des travaux de Brainard et ses collègues [1], le temps de réaction pour associer un élément avec un autre dépend dans un premier temps du nombre de possibilités, et dans un second temps, de la familiarité de l'association entre les deux éléments. Dans le cas extrême, celui des associations sur apprises, l'influence du nombre de possibilités devient nulle : les utilisateurs sont alors aussi rapides à réagir quel que soit le nombre d'éléments. C'est le cas du langage et de l'écriture [14]. En se référant à ses résultats, et parce que les AL tirent partie du langage, on peut s'attendre à mesurer des temps de réaction particulièrement courts.

Expérimentation et résultats

Afin de valider nos hypothèses, nous avons mené une expérience sur la mémorisation des raccourcis comparant les AL aux MM. Les résultats ne montrent aucune différence significative en termes de temps d'exécution : bien que le temps de tracé des AL soit supérieur à celui des MM, le temps de réaction est plus court pour les AL ce qui compense cette différence. Ces résultats sont toutefois à pondérer : les AL étant particulièrement efficaces pour de grands ensembles d'éléments, il est probable qu'avec peu d'éléments, le temps d'exécution avec les MM soit plus court. En ce qui concerne la mémorisation, nos participants ont été capables de mémoriser 24,5% plus de raccourcis avec les AL qu'avec les MM.

Conclusion sur les Lettres Augmentées

Grâce à l'utilisation du langage les Lettres Augmentées permettent une meilleure mémorisation des raccourcis sans que cela se fasse au détriment de la rapidité d'exécution, au moins pour un ensemble important de raccourcis. Les Lettres Augmentées tendent ainsi à démontrer le potentiel de la linguistique dans les interfaces graphiques modernes.

Cette technique a fait l'objet d'un article de recherche court publié à la conférence CHI 2013 [13].

SIGMA-MENU

Les *Sigma Menus* sont une technique dérivée des *Control Menus* qui fusionne délimiteur, sélection de commande et contrôle continu en un même geste.

Contexte

Les défauts de l'utilisation de modes persistants dans les applications, et en particulier les erreurs de modes [10], sont bien connus dans la littérature IHM. Pour y remédier, des techniques exploitant la notion de *quasi-mode* [15] ont été proposées comme par exemple les *Control menus* [12] et les *FlowMenus* [2]. Ces dernières fusionnent sélection de commande et manipulation directe d'un ou deux paramètre(s) continu(s) ce qui permet de plus un gain important sur le temps d'exécution [2].

Toutefois ces travaux n'ont pas porté sur la question des délimiteurs, c'est-à-dire des moyens permettant de différencier l'activation d'une technique des autres interactions usuelles et en particulier celles exploitant les gestes de déplacement du doigt sur l'écran [4]. Ce problème est particulièrement sensible dans le cas des surfaces interactives passives, comme les écrans tactiles, car celles-ci n'offrent pas de moyen simple de différencier les gestes de commande des autres gestes (contrairement par exemple à une souris, dont le deuxième bouton permet de changer de mode opératoire).

Les Sigma-Menu fusionnent délimiteur, sélection de commande et manipulation directe afin d'améliorer la rapidité d'exécution et réduire les erreurs de modes.

Description de la technique

Un Sigma-Menu est activé lorsque l'on effectue un geste circulaire de faible amplitude (voir la Figure 2). Ce geste caractéristique fait office de délimiteur activant la technique. Son principal avantage est d'être peu commun ce qui réduit le risque d'interférence avec les autres interactions. Ce geste peut être comparé aux *pigtails* de Ken Hinckley, qui ont également été proposés comme délimiteur, notamment dans Scriboli [4]. A la différence des *pigtails*, le délimiteur fait ici partie intégrante du geste permettant de sélectionner la commande.

La sélection de commandes se fait de la même manière que pour les *Control Menus*, c'est-à-dire en fonction de la direction du geste après avoir franchi un certain seuil (Figure 3). Le sens de rotation du cercle est également pris en compte, ce qui permet de doubler le nombre d'éléments accessibles. Ainsi, il est possible d'activer jusqu'à 16 commandes différentes sans utiliser de hiérarchie. Lorsque le nombre de commandes est moins élevé, il permet aussi d'éviter de recourir aux directions diagonales, au moins pour les commandes les plus fréquentes. Cette propriété est intéressante car, les diagonales étant un peu plus difficiles à réaliser, elles sont davantage susceptibles de conduire à des erreurs, en particulier en situation de mobilité et dans tous les cas où la surface interactive n'est pas très stable (par exemple

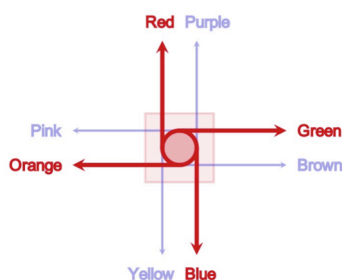


Figure 2: Exemple de Sigma-Menu. La technique est déclenchée lorsque l'utilisateur trace un petit cercle sur l'écran. Le menu n'est montré qu'après une pause de 300ms après le déclencheur, ou après avoir fait deux tours complets. Dans le cas contraire la manipulation directe commence sans que le menu n'apparaisse.

dans les transports).

Suite de l'étude et perspective envisagées

Notre hypothèse est que le mode de fonctionnement du Sigma Menu le prédispose particulièrement aux tâches d'alternance où le mode ou la variable manipulée change fréquemment. La prochaine étape de ce travail est d'évaluer les propriétés de cette technique au cours d'une ou plusieurs expériences contrôlées. On s'intéressera en particulier aux performances en termes d'erreurs et de temps d'exécution comparativement. Si les résultats sont favorables, cette technique sera ensuite intégrée au logiciel dédié à l'analyse radiologique sur tablette actuellement développé au sein de GE HealthCare.

PROGRESS PRINT

Progress Print (ou trace de progression en référence aux barres de progression) est un nouveau type de retour utilisateur qui tend à mettre en évidence la latence afin d'en minimiser la gêne.

Contexte

Comme précédemment, l'application ciblée est un logiciel dédié à l'analyse radiologique sur tablette qui a la particularité de fonctionner en mode client serveur, les calculs étant trop importants pour être exécutés sur la tablette. Cette situation entraîne nécessairement plus ou moins de latence selon le type de réseau, la quantité d'information à transmettre, etc.

La latence, dont la variance n'est pas moins inconfortable que la durée moyenne [11], est une gêne importante qui doit être minimisée autant que possible [8]. Toutefois il n'est pas toujours possible de la supprimer. Il serait donc souhaitable de pouvoir en tenir compte dans la conception des techniques d'interaction et en particulier celles qui reposent sur du contrôle continu et un feedback permanent vers l'utilisateur.

Divers travaux se sont intéressés aux effets de la latence ou des temps d'attente sur l'interaction avec un système [3,8]. D'autres ont tenté de réduire la latence via une dégradation de rendu (par exemple en jouant sur la qualité du retour utilisateur) [9]. Cependant, à notre connaissance, il n'existe pas de technique d'interaction cherchant à minimiser la gêne occasionnée par la latence lors du contrôle continu. C'est pourquoi nous avons

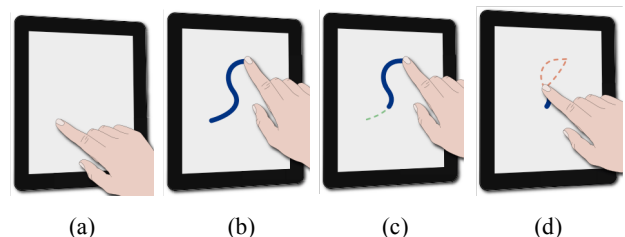


Figure 3: Exemple de *Progress Print*. La trace représente la partie de l'interaction qui n'a pas encore été prise en compte par le système du fait de sa latence (b). Lorsque le système prend en compte une partie de l'interaction, la partie de la trace correspondante disparaît (c). Si l'utilisateur s'aperçoit alors qu'il a déjà atteint sa cible il peut annuler une partie de l'interaction en attente (d).

commencé à étudier un nouveau type de retour appelé *Progress Print* cherchant à mettre en évidence la latence du système et permettre à l'utilisateur de mieux en appréhender les effets (voir Figure 3).

Description de la technique

Une *Progress Print* est une trace laissée derrière chacun des gestes de l'utilisateur (Figure 3-b). Cette trace symbolise la partie de l'interaction qui n'a pas encore été traitée. Elle disparaît progressivement au fur et à mesure des mises à jour (Figure 3-c), ce qui peut rappeler une barre de progression.

Progress Print est calculée côté client et n'est donc pas sujette à la latence des traitements eux effectués à distance. Elle donne un retour en temps réel sur les interactions encore en cours de traitement. Si la latence est faible, la trace est très courte, voire inexistante. Au contraire, si la latence est élevée, la trace devient de plus en plus longue, montrant ainsi que le retour est en retard.

De plus, si l'on s'aperçoit que la cible a déjà été atteinte alors qu'il reste des interactions non traitées, il devient possible de revenir en arrière (Figure 3-d) et d'interrompre le traitement des interactions superflues.

Perspectives sur les Progress Prints

La prochaine étape de ce travail sera d'évaluer les propriétés de cette technique au cours d'une expérience contrôlée. De même que précédemment cette technique a vocation à être ensuite intégrée au logiciel d'analyse radiologique sur tablette déjà cité.

CONCLUSION

L'objectif de nos travaux est d'étudier et enrichir l'interaction sur tablette tactile, en particulier pour pouvoir utiliser efficacement des applications complexes nécessitant de multiples manipulations interactives et opérations d'édition. Nous utilisons une approche itérative, étudiant différentes solutions possibles aux problèmes concrets que nous rencontrons au fur et à mesure de la conception de notre logiciel d'imagerie médicale pour tablette développé au sein de GE HealthCare.

Les travaux déjà réalisés ont permis la conception, l'implémentation et l'évaluation des *Lettres Augmentées*, qui été présentées lors de CHI2013. Les prochains travaux concerneront la mise au point puis l'évaluation des *Sigma Menu* et des *Progress Print* qui feront ensuite l'objet de publications.

BIBLIOGRAPHIE

- Brainard, R.W., Irby, T.S., Fitts, P.M., and Alluisi, E.A. Some variables influencing the rate of gain of information. *Journal of Experimental Psychology* 63, 2 (1962), 105–110.
- Guimbretière, F., Martin, A., and Winograd, T. Benefits of merging command selection and direct manipulation. *ACM ToCHI* 12, 3 (2005), 460–476.
- Harrison, C., Amento, B., Kuznetsov, S., and Bell, R. Rethinking the progress bar. *In Proc. of UIST '07*, ACM Press (2007), 115.
- Hinckley, K., Baudisch, P., Ramos, G., and Guimbretière, F. Design and analysis of delimiters for selection-action pen gesture phrases in Scriboli. *In Proc. of CHI'05*, ACM (2005), 451–460.
- Hyman, R. Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology* 45, 3 (1953), 188–196.
- Kurtenbach, G. and Buxton, W. Issues in combining marking and direct manipulation techniques. *In Proc. of UIST'91*, ACM Press (1991), 137–144.
- Kurtenbach, G. and Buxton, W. The limits of expert performance using hierarchic marking menus. *In Proc. of INTERACT'93 and CHI'93*, ACM (1993), 482–487.
- MacKenzie, I.S. and Ware, C. Lag as a determinant of human performance in interactive systems. *In Proc. of INTERACT'93 and CHI'93*, ACM (1993), 488–493.
- Matejka, J., Grossman, T., and Fitzmaurice, G. Swift: reducing the effects of latency in online video scrubbing. *In Proc. of CHI'12*, ACM (2012), 637–646.
- Norman, D.A. Categorization of action slips. *Psychological Review* 88, 1 (1981), 1–15.
- Pavlovych, A. and Stuerzlinger, W. Target following performance in the presence of latency, jitter, and signal dropouts. *In Proc. of Graphics Interface 2011*, Canadian Human-Computer Communications Society (2011), 33–40.
- Pook, S., Lecolinet, E., Vaysseix, G., and Barillot, E. Control menus: Execution and control in a single interactor. *In Proc. of CHI'00*, ACM Press (2000), 263.
- Roy, Q., Malacria, S., Guiard, Y., Lecolinet, E., and Eagan, J. Augmented Letters: mnemonic gesture-based shortcuts. *In Proc. of CHI'13*, ACM Press (2013), 2325.
- Saussure, F. de. *Cours de linguistique générale*. 1916.
- Sellen, A.J., Kurtenbach, G., and Buxton, W. The prevention of mode errors through sensory feedback. *Hum.-Comput. Interact.* 7, 2 (1992), 141–164.
- Zhao, S. and Balakrishnan, R. Simple vs. compound mark hierarchical marking menus. *In Proc. of UIST'04*, ACM (2004), 33–42.