

MultiTouch Menu (MTM)

Gilles Bailly^{1,2}

Alexandre Demeure³

Eric Lecolinet²

Laurence Nigay¹

¹ LIG, Université de Grenoble 1, Grenoble, France

² TELECOM ParisTech, LTCI CNRS, Paris, France

³ Hasselt University - tUL - IBBT, EDM, Wetenschapspark 2, B-3590 Diepenbeek, Belgium

Gilles.Bailly@imag.fr, enst.fr Alexandre.Demeure@imag.fr, uhasselt.be}

Eric.Lecolinet@enst.fr Laurence.Nigay@imag.fr

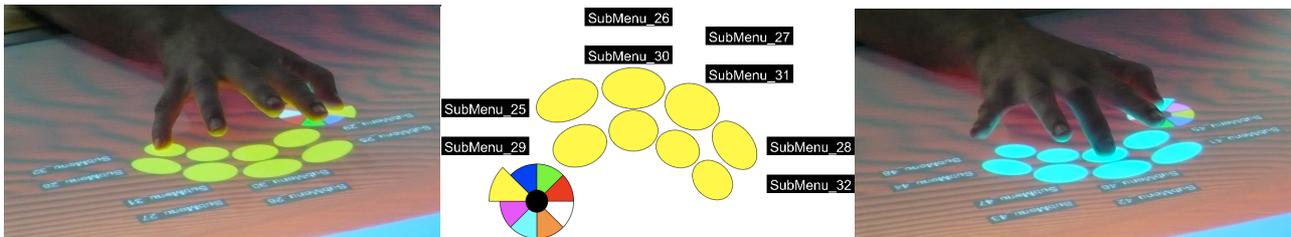


Figure 1 : Le MultiTouch Menu. Un mouvement circulaire du pouce sur les 8 commandes (premier niveau de la hiérarchie) permet d'accéder à 4, 8 ou 12 commandes (ici 8) sous les doigts longs (second niveau de la hiérarchie).

RESUME

Cet article décrit une nouvelle technique de menu appelée MultiTouch menu, qui est particulièrement bien adaptée aux tables interactives supportant l'interaction multipoints. Contrairement aux techniques usuelles, le MultiTouch menu exploite pleinement les possibilités offertes par les nouveaux dispositifs tactiles : au lieu de se limiter aux deux degrés de liberté traditionnellement offerts par la souris, il permet d'utiliser conjointement les cinq doigts de la main. Cette caractéristique permet de combiner les avantages de différentes techniques de menus comme la "sélection sans regarder" ou la possibilité de parcourir très facilement la hiérarchie de commandes.

MOTS CLES : MTM, techniques de menus, tables interactives, interaction multipoints.

ABSTRACT

This paper describes a new menu technique called MultiTouch Menu, that is especially well suited for multi-touch interactive surfaces. In contrast with traditional menu techniques, the MultiTouch menu makes the most of the new capabilities provided by these new interactive devices: instead of only using two degrees of freedom, it makes it possible to use the five fingers of the hand simultaneously for interacting with applications. By providing several interesting properties, such as eyes-free selection or the ability to navigate seamlessly in the hierarchy of commands, MultiTouch menus make it possible to enrich and facilitate interaction on multitouch devices.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H5.2.

[User Interfaces]: Interaction styles. I.3.6 [Methodology and Techniques]: Interaction Techniques.

GENERAL TERMS: Design, Human Factors

KEYWORDS: menu techniques, tabletop, multi-touch.

INTRODUCTION

De nouveaux dispositifs interactifs, comme les tables interactives, permettent de faire coïncider l'espace d'affichage avec la surface tactile. De ce fait, ces dispositifs ne nécessitent plus un médiateur (souris/curseur) pour manipuler l'information : l'utilisateur peut directement « toucher du doigt » les objets et les manipuler. De plus, ces dispositifs permettent parfois d'exploiter de nouvelles modalités d'entrée comme la pression ou la position simultanée de plusieurs doigts (multitouch interaction).

Curieusement, la plupart des techniques d'interaction actuellement proposées sur tables interactives [8,11, 12] ne semblent utiliser qu'un ou deux doigts. Elles n'exploitent donc qu'une faible sous-partie des degrés de liberté permis par la manipulation des dix doigts. Partant de ce constat, nous proposons une nouvelle technique d'interaction, le *MultiTouch menu* (Fig. 1), qui exploite les cinq doigts de la main. Ce nouveau type de menu permet de sélectionner et de contrôler efficacement un nombre important de commandes.

De nombreuses techniques de menus ont été proposées [1] pour améliorer la sélection et la navigation (sélection sans regarder, fusion de la sélection et du contrôle de commandes, prévisualisation, ...). Pourtant, à notre connaissance, aucune technique de menus ne permet de combiner autant de propriétés. C'est ce que le MultiTouch menu permet de faire, grâce à l'interaction multi-doigts.

Les sections suivantes décrivent les différents degrés de liberté offerts par la main, le principe du MultiTouch Menu, ses propriétés et sa réalisation. Enfin, nous comparons le MTM à l'existant.

LES DEGRES DE LIBERTE DE LA MAIN

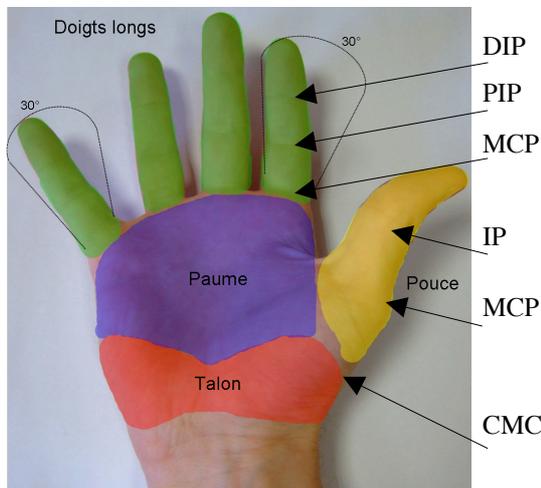


Figure 2 : Les différentes parties de la main et les différentes articulations qui offrent jusqu'à 15 degrés de liberté.

La main est constituée de deux parties : la main proprement dite, composée de la paume et du talon, et les doigts. Les doigts sont composés d'un doigt court, le pouce, et de 4 doigts longs (index, majeur, annulaire, auriculaire) permettant d'effectuer une grande variété de gestes. [4] propose un modèle de la main avec 28 degrés de liberté. Six sont définis au niveau du poignet (3 rotations; 3 translations). 16 sont associés aux doigts longs grâce aux 3 différentes articulations (MCP, PIP, DIP) et 6 degrés de libertés pour le pouce (abduction / adduction, flexion / extension et une pseudo rotation au niveau de IP et MCP ainsi que 3 degrés de liberté au niveau de CMC). Cependant, les mouvements des doigts sont contraints et organisés en 2 types [9] :

- Les *contraintes statiques* qui limitent des mouvements des doigts. Par exemple, l'angle d'abduction / adduction de l'index et de l'auriculaire est toujours compris entre -15° et 15° [9] (Fig. 2).
- Les *contraintes dynamiques* qui concernent la dépendance intra- et extra-doigt. Par exemple, [5] montre que le majeur et l'annulaire sont très liés : un mouvement de forte amplitude de l'un de ces deux doigts entraîne un mouvement de faible amplitude de l'autre doigt. A l'opposé, le pouce et l'index peuvent être manipulés indépendamment l'un de l'autre et permettent un contrôle fin comme dans le cas du « Pitch & expand », une technique souvent utilisée sur les écrans tactiles pour zoomer.

Finalement, [9] a réussi à modéliser la main à l'aide de seulement 15 degrés de liberté. Ce nombre est cependant bien supérieur aux 2 degrés de liberté qu'offre la souris.

La section suivante décrit comment le MultiTouch menu exploite ces possibilités.



Figure 3 : (Gauche) Mouvements d'abduction et d'adduction. (Droite) Mouvements d'extension et de flexion.

MULTI-TOUCH MENU (MTM)

Le Multi-Touch menu (MTM) a été conçu pour les tables interactives horizontales multipoints. Son originalité réside dans le fait que ce menu ne se limite pas à un dispositif d'entrée à deux dimensions (souris, touchpad, stylet) mais utilise les 5 doigts ainsi que le talon de la main.

Principe

Sur les ordinateurs personnels, les menus contextuels sont généralement activés par le bouton droit de la souris. Le bouton gauche est réservé à la manipulation de l'objet courant (déplacement, sélection, ...). Cette distinction n'est pas possible sur les tables interactives car l'utilisateur interagit directement avec les doigts. Comme pour les Smartphones, où le stylet ne dispose pas de bouton, un délai temporel est habituellement utilisé pour activer les menus. Ce type d'interaction, qui est nécessairement plus long qu'un clic droit, est souvent considéré comme malcommode pas les utilisateurs.

Nous proposons un nouveau type d'activateur de menu : la pression du talon de la main sur la table (Fig. 4). L'utilisation de cette partie de la main a plusieurs avantages. Habituellement jamais utilisée pour interagir, le talon permet de laisser les doigts libres pour d'autres types d'interaction. De plus, sa forme permet de déterminer l'orientation de la main. Ainsi, le contact du talon de la main avec la table permet non seulement de déclencher l'affichage du menu mais aussi d'adapter son orientation à la position de l'utilisateur. Cette propriété est liée à la forme spécifique du talon de la main : par exemple, le pouce ne permettrait pas de déterminer l'orientation d'une manière aussi fiable s'il était utilisé comme activateur (outre le fait que l'utilisation du pouce aurait pu rentrer en conflit avec d'autres types d'interaction comme le "Pitch & Expand" pour contrôler le zoom).

Le MTM est hiérarchique par nature. Le premier niveau de la hiérarchie peut contenir huit commandes placées circulairement autour du pouce. Une pression du pouce sur un de ces items active le sous-menu correspondant, qui est affiché sous les doigts longs.

Le second niveau de la hiérarchie peut contenir 4 commandes (1 par doigt long), 8 (2 par doigt long) ou 12. Dans ce dernier cas, deux commandes sont associées au majeur et à l'annulaire. Ils contrôlent un carré de 4 commandes chacun grâce aux mouvements d'abduction dé-

crit dans la première section. Toutes ces commandes sont activées par le relâchement du doigt sur la zone associée à la commande.

Le pouce permet ainsi de spécifier quelles commandes peuvent être contrôlées par les doigts longs. Une conséquence intéressante de ce design est qu'un mouvement circulaire du pouce permet d'offrir un aperçu rapide de toutes les commandes du MTM sous les doigts longs.

Les deux mécanismes suivants permettent d'obtenir une hiérarchie de commandes de plus de deux niveaux :

- Par sous-menus circulaires : l'activation d'un item de profondeur 2 (doigts longs) ouvre un menu circulaire (de niveau 3) centré autour de ce point. Un déplacement puis une extension du doigt sur l'un des secteurs de ce menu permet d'activer la commande correspondante. Ceci permet de spécifier un menu ayant au plus $8 \times 12 \times 8 = 768$ commandes, un nombre largement supérieur aux besoins usuels sur table interactive.
- Par réaffectation des labels : l'activation d'un item de profondeur 2 a pour effet d'associer de nouvelles commandes aux autres doigts longs. Ceci est utile pour des menus contenant un nombre très important de commandes.

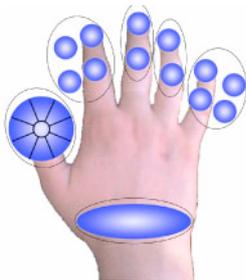


Figure 4: Les zones associées à chaque commande accessibles par les différents doigts. Ainsi que la zone d'activation du menu.

Le MultiTouch menu possède également un mode expert qui permet aux utilisateurs de sélectionner des commandes sans afficher le menu. Comme pour les Marking menus [7], un délai de 0.3s est utilisé après l'activation du menu avant de l'afficher. Cependant, en plus de considérer la capacité des utilisateurs à facilement discrétiser différentes orientations, le MTM considère la capacité des utilisateurs de différencier leurs doigts. En effet, il nous semble facile d'associer une commande à chaque doigt. Nous prévoyons à court terme d'étudier les apports de ce nouveau type d'association "entrée/commande" dans une tâche d'apprentissage et de mémorisation.

Enfin, le MultiTouch menu est pseudo-modal : il reste ouvert tant que le talon de la main reste en contact avec la surface tactile. Cette caractéristique peu commune

permet de sélectionner plusieurs commandes à la suite sans avoir à reparcourir la hiérarchie de commandes.

Propriétés

Reprenant la classification proposée dans [1] nous passons en revue les différentes propriétés du MultiTouch Menu (MTM) dans cette section.

Interaction sur place. Le MTM est contextuel et peut être activé dans la zone d'attention de l'utilisateur. Ce dernier peut déplacer un objet d'intérêt à l'aide de son index, puis pour modifier les propriétés de l'objet, poser le talon de la main pour activer le menu contextuellement à l'objet courant.

Combinaison de commandes. Le MTM permet de combiner plusieurs commandes en une seule interaction : il est en effet possible de changer simultanément N propriétés d'un objet en manipulant les items correspondants à l'aide du même nombre de doigts.

Accès direct. Un seul geste de la main permet d'activer les commandes de profondeur 2 : le pouce détermine un sous-menu tandis qu'un autre doigt indique la commande finale. Pour un utilisateur expert, la sélection d'une commande pourra être perçue comme une simple configuration de la main. De plus, l'ordre des événements (pouce ou doigt long) n'a pas d'importance : ils sont fusionnés pour permettre à l'utilisateur de considérer la sélection d'une commande comme un seul "Chunk".

Prévisualisation. La prévisualisation consiste à afficher le contenu d'un sous-menu avant de l'activer. Nous avons montré dans une précédente étude [2] que cette propriété est très utile pour améliorer la navigation en mode novice dans les systèmes de menus. Le MTM offre ce retour visuel proactif qui permet une inspection rapide des commandes : l'utilisateur peut en effet prévisualiser les sous-menus grâce à un mouvement circulaire du pouce sur les différents items hiérarchiques.

Fusion de commandes et manipulation directe. Cette propriété introduite dans les systèmes de menus par les Control menus [10] consiste à pouvoir sélectionner et contrôler continûment une opération en un seul geste. Par exemple, dans un logiciel de dessin, l'utilisateur peut presser la commande "Luminosité" avec l'index et directement contrôler cette valeur en déplaçant son doigt (le talon peut être relevé pendant la phase de contrôle pour permettre des mouvements de large amplitude).

Transition Novice-Expert. Contrairement aux menus linéaires (souris/pointage vs. raccourcis clavier) et comme les Marking menus, le MTM permet une transition fluide du mode novice au mode expert. L'utilisateur fait en effet le même geste dans ces deux modes, la seule différence étant que le menu ne s'affiche pas en mode expert. L'utilisateur pourra ainsi apprendre et retenir le mode

expert implicitement, par répétition de l'exécution des commandes en mode novice.

Mono-manuel. Le MTM n'oblige pas l'utilisateur à utiliser les deux mains (qui peut être contraignant pour certains usages). La main non dominante reste toujours libre pour manipuler le contexte, un objet du domaine, une palette, ou tout simplement un objet physique.

Compatibilité avec les autres styles d'interaction. Le MTM n'interfère pas avec d'autres styles d'interaction comme le « clic », le « drag » ou la sélection sur délai temporel. Comme le menu est activé par un appui du talon de la paume, l'utilisateur peut déplacer un objet avec le doigt, le zoomer à l'aide d'un "Pitch & Expand" ou appuyer sur un bouton sans risquer d'activer par erreur le menu. MTM peut donc facilement être introduit en complément à d'autres techniques d'interaction déjà disponibles sur les tables interactives.

Réalisation

Le MTM a été réalisé sur une table horizontale de type Jeff Han [6] permettant de capturer la position simultanée de plusieurs points de contact. La boîte à outils graphique utilisée repose sur OpenGL et permet de gérer les multipoints. Le talon de la main est détecté du fait de sa forme particulière d'ovale aplati. La détermination de son orientation peut être déduite par la dynamique du mouvement de pose de la paume sur la table : la paume avançant dans le sens des doigts. Des tests informels avec 3 utilisateurs ont été réalisés avec plusieurs versions du MTM : une zone par doigt (4 commandes), deux zones par doigt (8 commandes) et enfin la version 12 zones de la figure 4. Les versions 4 et 8 commandes ont été facilement utilisées, la version 12 commandes a été un peu plus difficile à prendre en main pour 2 d'entre eux. Les tests ont été réalisés sur une surface horizontale (type table) et une surface inclinée à environ 60 degrés par rapport à l'horizontal, sur cette dernière, l'activation du menu engendre rapidement une fatigue du poignet.

ETAT DE L'ART

La technique d'interaction la plus proche est sans doute la FurniturePalette [12], un menu circulaire activé par un « double tap » du pouce. La sélection d'un item par le pouce fait apparaître une toolglass [3] de 4 éléments qui sont activés par l'index. A la différence du MTM, seuls le pouce et l'index sont utilisés. De plus l'activation du menu se fait par un double tap, au lieu d'une pression du talon de la main. Ceci permet à la fois, dans le cas du MTM, d'orienter convenablement le menu et de laisser le « double tap » libre pour une autre opération (exécution d'une application, zoom discret,...). Le MTM permet enfin de définir un plus grand nombre de commandes tout en facilitant la navigation dans cette hiérarchie.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Par sa prise en compte des multiples degrés de liberté de la main, le MultiTouch menu semble particulièrement bien adapté à la sélection et au contrôle de commandes sur table interactive. Les travaux futurs porteront sur l'optimisation du système de reconnaissance (caractéristiques physiologiques des utilisateurs qui permettront peut être de déterminer par la marque du talon si l'utilisateur est droitier ou gaucher), puis sur son évaluation comparative à d'autres techniques de menus.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bailly, G., Lecolinet, E., Nigay, L. (2007) Quinze Ans de Recherche sur les Menus : Critères et Propriétés des Techniques de Menus. ACM Actes IHM'07, pp. 119-126.
2. Bailly, G., Lecolinet, E., Nigay, L. (2007) Wave Menus: Improving the Novice Mode of Marking Menus. Springer Interact'07, pp. 475-488.
3. Bier, E. A., Stone, M. C., Pier, K., Buxton, W., DeRose, T. D., Toolglass and magic lenses: the see-through interface. ACM SIGGRAPH'93, pp. 73-80.
4. Bulchholz, B., Armstrong, T. J., (1992) A Kinematic model of the human hand to evaluate its prehensile capabilities, J. Biomechanics 25 : 2, 19, pp. 149-162.
5. Häger-Ross, C., Schieber, M.H. (2000) Quantifying the independence of human finger movements: comparisons of digits, hands, and movement frequencies. Journal Neuroscience. 15;20(22):8542-50.
6. Han, J. Y. (2005). Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. ACM UIST'05, pp. 115-118.
7. Kurtenbach, G., Buxton, W. (1991) Issues in combining marking and direct manipulation techniques. ACM UIST'91, pp. 137-144.
8. Leighinger, D., Haller, M. (2007) Improving Menu Interaction for Cluttered Tabletop Setups with User-Drawn Path Menu. IEEE Tabletop'07, pp. 121-128.
9. Lin, J., Wu, Y., Huang, T.S. (2000) Modeling the Constraints of Human Hand Motion. IEEE Workshop HUMO'00, pp. 121-126.
10. Pook, S., Lecolinet, E., Vaysseix, G., Barillot, E. (2000) Control menus: execution and control in a single interactor. ACM CHI'00, pp. 263-264.
11. Shen, C., Hancock, M.S., Forlines, C., Vernier, F. D. (2005) CoR2Ds. ACM CHI'05, pp. 1781-1784.
12. Wu, M., Balakrishnan, R. (2003) Multi-finger and whole hand gestural interaction techniques for multi-user tabletop displays. ACM UIST'03, p. 193-202