HAL
open science

Interaction sur dispositifs mobiles : surface tactile devant/derrière

Benjamin Malkas, Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay

To cite this version:

Benjamin Malkas, Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay. Interaction sur dispositifs mobiles : surface tactile devant/derrière. UBIMOB 2012 - Conférence Mobilité et Ubiquité, Jun 2012, Anglet, France. pp.60-68. hal-00755939

HAL Id: hal-00755939

https://hal.science/hal-00755939

Submitted on 26 Nov 2012

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.

Interaction sur dispositifs mobiles : surface tactile devant/derrière

Benjamin Malkas, Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay
Université Joseph Fourier Grenoble 1
Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG UMR 5217, Grenoble, F-38041, France
benjamin.malkas@gmail.com, sauretq@gmail.com, {jeremie.francone, laurence.nigay}@imag.fr

Résumé : *Les techniques d'interaction étudiées sur dispositifs mobiles de type smartphone repose sur deux surfaces tactiles : l'écran tactile des téléphones actuels et une surface tactile au dos du téléphone. L'ajout d'une surface tactile au dos du téléphone offre de nombreuses possibilités d'interaction que nous étudions sous l'angle de la multimodalité. Dans ce contexte, nous étudions l'interaction bi-manuelle (ou à 2 doigts) et synergique pour deux types de tâches : navigation (défilement/zoom) et déplacement d'une icône dans des pages d'icônes.*

Mots-clés : *Dispositif Mobile, Interaction Tactile, Interaction sur la Face Arrière du Dispositif, Interaction Bi-manuelle, Multimodalité.*

1 Introduction

Accompagnant l'augmentation des capacités des dispositifs mobiles (processeur, mémoire), l'utilisateur gère un nombre croissant d'applications et de données multimédia sur les dispositifs mobiles devenus multi-fonction. Ce constat motive les recherches visant à augmenter les capacités interactionnelles des dispositifs mobiles, limitées par un écran de taille réduite, l'absence de clavier et la situation d'usage mobile. Dans ce contexte, nous nous intéressons à l'interaction multi-surface, avec une surface tactile au dos du dispositif en plus de l'écran tactile des dispositifs mobiles actuels. De telles surfaces tactiles au dos du dispositif sont par exemple intégrées dans la console de jeu portable PlayStation Vita.

FIG. 1 - *Prototype du dispositif : deux iPods Touch collés dos à dos [8] : liaison Wi-Fi (via un serveur) ou Bluetooth entre les deux iPods Touch.*

De nombreuses études sont consacrées à l'interaction avec deux surfaces tactiles disposées devant et derrière un dispositif mobile, comme le montre la figure 1. Notons que l'interaction multi-surface a été étudiée pour des dispositifs non mobiles comme l'interaction « sous la table », une main dessus et une main dessous [13]. Sur dispositifs mobiles, deux surfaces permettent d'envisager des interactions bi-manuelles ou à deux doigts qui vont au-delà de l'interaction bi-manuelle Dual Touch sur l'écran tactile de face décrite dans [5]. Parmi ces techniques d'interaction multi-surface, nous distinguons le cas de l'écran semi-transparent permettant de voir les doigts de l'utilisateur comme LucidTouch [12], du cas où les doigts sur la face arrière ne sont pas visibles et impliquent

d'afficher un retour visuel correspondant à la position des doigts sur la face arrière, comme les techniques HybridTouch [10] et Dual-Surface [15]. Enfin, plusieurs techniques sur dispositifs mobiles sont dédiées à des tâches particulières comme la manipulation d'objets 3D [8] ou la saisie de texte [7].

Dans cet article, nous nous concentrons sur des tâches de manipulation directe. La première tâche est la navigation par déplacement et zoom, deux sous-tâches très fréquentes sur dispositifs mobiles au regard de la taille limitée des écrans. La deuxième tâche est le glisser-déposer. Le glisser-déposer est une tâche relativement fréquente sur dispositif mobile : déplacement d'une icône, d'un point d'intérêt sur une carte, d'un rendez-vous ou encore d'une partie d'un texte.

En focalisant notre approche sur la multimodalité, avec une modalité sur la face avant et une sur la face arrière, nous proposons une approche systématique pour explorer l'espace des possibilités et présentons deux techniques d'interaction, l'une pour naviguer dans un espace informationnel et l'autre pour effectuer un glisser-déposer d'une icône.

2 Espace de conception : multimodalité

Nous adoptons le point de vue de la multimodalité sur l'interaction exploitant les surfaces tactiles avant et arrière. Deux modalités reposant chacune sur une surface (devant/derrière) sont alors disponibles. En nous reposant sur l'espace de conception 2M [2] dédié à l'interaction bi-manuelle, nous considérons quatre niveaux d'abstraction, schématisés à la figure 2 :

- Le canal gestuel : Main dominante / Main non dominante.
- Le dispositif : Surface de devant / Surface de derrière.
- Le langage : Langage d'interaction comme la manipulation directe ou des gestes.
- La tâche : Tâche réalisée par une des deux modalités.

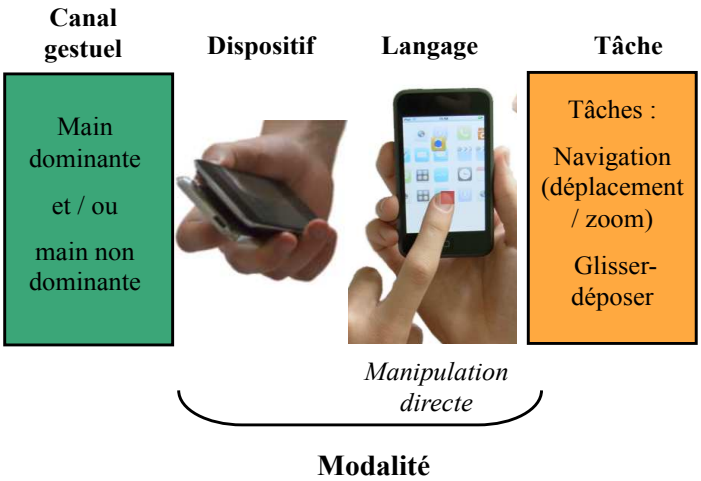

FIG. 2 - *Espace de conception pour l'interaction exploitant les surfaces tactiles avant et arrière.*

Les choix de conception consistent alors (1) à assigner la face avant ou la face arrière à la main dominante ou non dominante et (2) à affecter les deux modalités à des tâches, (3) à choisir la combinaison des modalités selon les cinq schémas de composition de modalités [11] issus des relations d'Allen [1]. L'espace des possibilités est très vaste et nous l'illustrons par deux techniques d'interaction multi-surface, l'une à une main, l'autre à deux mains.

Comme première étude des possibilités d'interaction ainsi délimitées par notre espace de conception, nous avons considéré deux cas :

1. Le premier cas consiste à ne pas considérer le même pouvoir d'expression pour les deux modalités (face avant, face arrière). Ceci est le cas des techniques Dual-Surface [15] et HybridTouch [10], où la face avant permet le pointage absolu avec la main non dominante et la face arrière le pointage relatif avec la main dominante. Nous étudions ce cas pour une tâche de navigation.

2. Le deuxième cas vise à considérer le même pouvoir d'expression pour les deux modalités (face avant, face arrière). Dans ce cas, les positions du doigt sur la face arrière correspondent donc à du pointage absolu (comme la face avant) et la position est affichée par un curseur sur la face avant (disque bleu à la figure 7). La technique multi-surface de glisser-déposer que nous proposons correspond à ce cas.

3 Navigation multi-surface

Pour concevoir la technique de navigation multi-surface à une main, nous considérons que les deux surfaces avant et arrière n'ont pas le même pouvoir d'expression, comme dans la technique décrite dans [15]. La face avant permet le pointage absolu tandis que la face arrière est dédiée à des gestes oscillatoires elliptiques indépendants de leurs positions.

Comme pour la technique HybridTouch [10], l'interaction sur la face arrière se fait avec l'index, l'annulaire et le pouce servant d'appui pour tenir le dispositif dans le creux de la main. L'interaction sur la face avant est faite avec le pouce comme traditionnellement lorsque l'utilisateur n'a de libre qu'une seule main, pour pouvoir à la fois tenir le smartphone et interagir avec. Ces choix de conception sont schématisés à la figure 3 selon notre espace de conception.

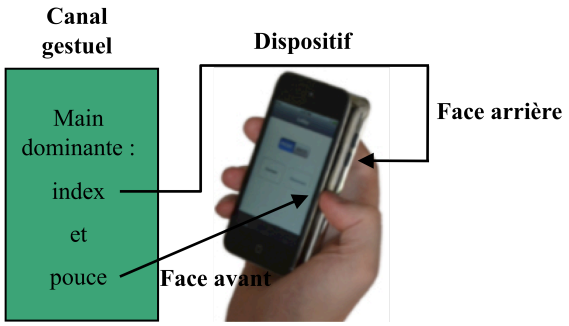

FIG. 3 - *Tâche de navigation multi-surface à une seule main : Canal gestuel et Dispositif.*

Afin de réduire l'amplitude des gestes avec l'index quand on tient le dispositif à une main, le langage d'interaction pour la face arrière correspond à des gestes oscillatoires elliptiques en implémentant la technique CycloStar (ou Cyclo*) [4]. Cyclo* repose sur des oscillations elliptiques définies par des gestes, dans notre technique sur la surface arrière. Cette technique oscillatoire permet de résoudre le problème de clutching qui apparaît lorsque l'utilisateur doit effectuer un mouvement supplémentaire sans effet sur la tâche courante comme le levé d'un dispositif de pointage pour atteindre une partie de l'écran. Le mouvement elliptique est potentiellement infini (dans la limite de l'espace visuel de travail) et donc offre un déplacement continu vis-à-vis de l'espace visuel et de l'espace moteur (tapis de souris, surface tactile, etc.) contrairement au

clutching. Dans notre technique de navigation, nous avons implémenté CycloPan et CycloZoom+ [4].

Pour le déplacement, nous avons implémenté CycloPan [4]. Nous décomposons la tâche de déplacement en deux sous-tâches à la figure 4 : rapidité ou amplitude du déplacement (sous-tâche T1) et direction du déplacement (sous-tâche T2). CycloPan exploite la vitesse des oscillations : plus la vitesse est rapide plus le déplacement est grand (sous-tâche T1). La direction du segment tracé définit l'orientation du déplacement : nous avons adapté CycloPan en exploitant la surface avant, pour pouvoir modifier la direction du déplacement par désignation avec le pouce (sous-tâche T2) : l'angle formé par (1) la droite passant par le point d'appui et le centre de l'écran et (2) la droite horizontale passant par le centre définit alors la nouvelle orientation, comme le montre la figure 5. L'atout de cet usage synergique des deux surfaces est une orientation continuellement variable et sur l'ensemble du cercle, contrairement à CycloPan qui n'autorise que de petits ajustements de l'orientation de départ à l'aide d'angles aigus. L'inconvénient est l'occultation de l'écran par le pouce lorsque l'utilisateur veut changer de direction.

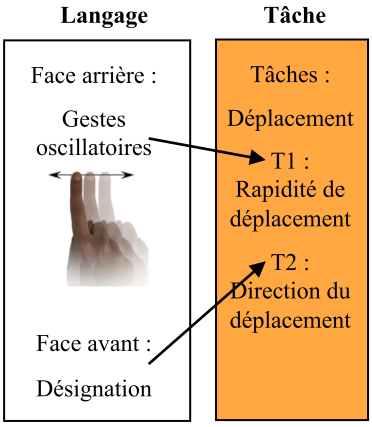

FIG. 4 - *Tâche de navigation – déplacement : Langage et Tâche.*

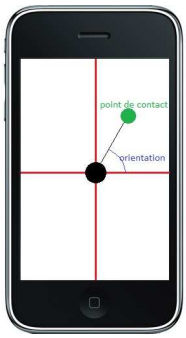

FIG. 5 - *Tâche de navigation – déplacement : Modification de la direction de déplacement sur la face avant.*

Pour zoomer lors de la navigation, nous avons implémenté CycloZoom+ [4]. Nous décomposons la tâche de zoom en trois sous-tâches à la figure 6 : niveau de zoom (sous-tâche T1), sens du zoom (sous-tâche T2) et centre du zoom (sous-tâche T3). CycloZoom+ utilise la taille de l'ellipse dessiné comme niveau de zoom : plus la taille est grande plus le zoom est rapide (sous-tâche T1). Le sens de rotation des gestes définit la direction du zoom : sens horaire pour une augmentation du zoom et sens antihoraire pour une diminution (sous-tâche T2). Le centre de l'ellipse définit le centre du zoom : comme pour le déplacement, nous avons adapté CycloZoom+ en utilisant de façon synergique la surface avant : l'utilisateur indique la position du centre du zoom sur la face avant

avec son pouce, tout en continuant les gestes avec l'index sur la face arrière. L'atout de cet usage synergique des deux surfaces est un ajustement du centre du zoom tout en continuant à zoomer. Comme pour le déplacement, l'inconvénient est l'occultation de l'écran par le pouce lorsque l'utilisateur change le centre du zoom.

Comme dans [4], pour les deux techniques de navigation, CycloPan et CycloZoom+ multi-surface, lorsque l'utilisateur amorce un geste sur la surface arrière, le système est en mode pan, puis selon la forme du geste détectée à partir des points de rebroussement, le système passe en mode CycloPan (forme = segment) ou CycloZoom (forme = cercle).

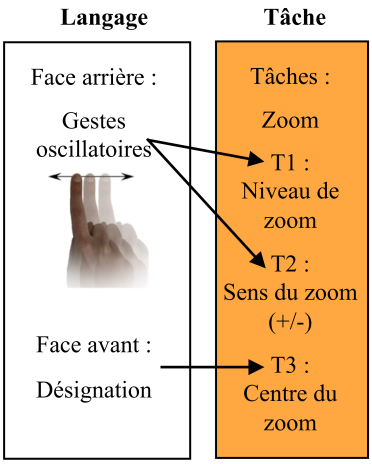

FIG. 6 - *Tâche de navigation – zoom : Langage et Tâche.*

4 Glisser-deposer multi-surface

Pour la tâche de glisser-déposer d'une icône, nous considérons le même pouvoir d'expression sur les faces avant et arrière. Ainsi l'interaction multi-surface n'est pas obligatoire et l'utilisateur peut réaliser la tâche de glisser-déposer avec une seule surface.

Comme pour la face avant, les positions de l'index sur la face arrière correspondent donc à du pointage absolu : un curseur (disque bleu à la figure 7) affiché sur la face avant traduit la position courante de l'index sur la face arrière.

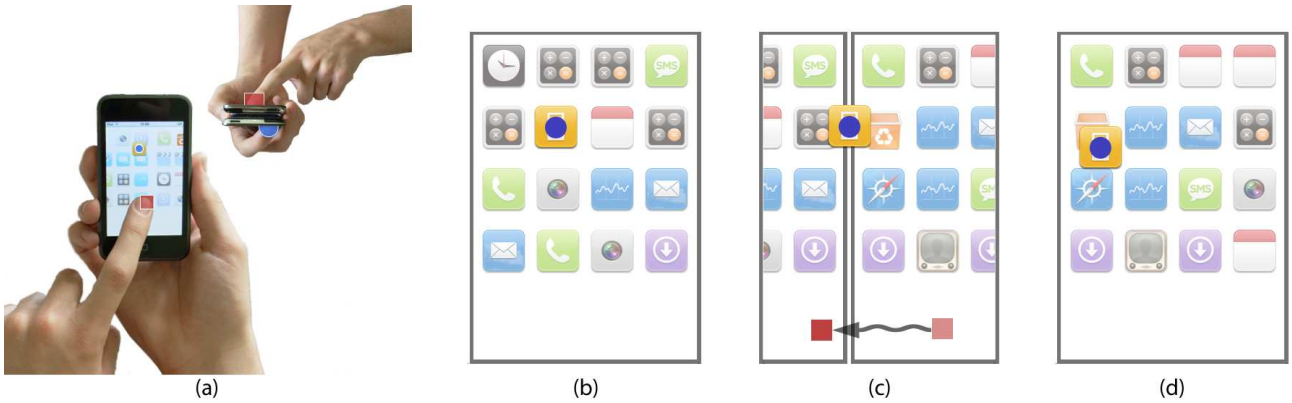

FIG. 7 – *(a) L'utilisateur tient le dispositif mobile de sa main dominante et interagit avec les deux mains simultanément. (b) L'utilisateur sélectionne une icône avec l'index sur la face arrière. Il maintient l'index appuyé : l'icône est "collée" au bout de son doigt. (c) Avec sa main non dominante, l'utilisateur fait défiler les pages par un geste de défilement en effectuant des mouvements horizontaux (carré rouge). (d) L'utilisateur déplace son index pour faire glisser l'icône sélectionnée sur la cible (corbeille).*

Pour la conception multi-surface, selon notre espace de conception, nous décomposons la tâche de glisser-déposer en trois sous-tâches : l'utilisateur doit sélectionner une icône (sous-tâche T1), glisser l'icône de page en page (sous-tâche T2), déposer l'icône (sous-tâche T3) sur la cible (par exemple la corbeille).

Notre technique multi-surface consiste à sélectionner l'icône à déplacer (T1) avec l'index de la main dominante sur la face arrière (Figure 7 (b)). En laissant le doigt appuyé sur la face arrière, l'icône reste attachée, comme collée au bout du doigt. Tout en maintenant le doigt appuyé, l'utilisateur fait défiler avec sa main non dominante les pages par des gestes de défilement sur la face avant (Figure 7 (c)). La tâche T2 est alors effectuée en utilisant deux modalités de façon synergique et plus précisément de façon coïncidente dans l'espace de composition de modalités décrit dans [11]. Enfin lorsque la cible est affichée sur la face avant, l'utilisateur glisse l'icône sur la cible avec sa main dominante par un glissement de l'index sur la face arrière (tâche T3) (Figure 7 (d)).

Les figures 8 et 9 traduisent ces choix de conception au sein de notre espace de conception.

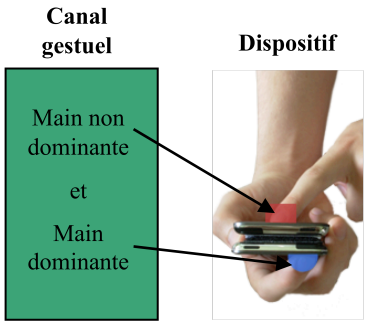

FIG. 8 - *Tâche de glisser-déposer multi-surface à deux mains : Canal gestuel et Dispositif.*

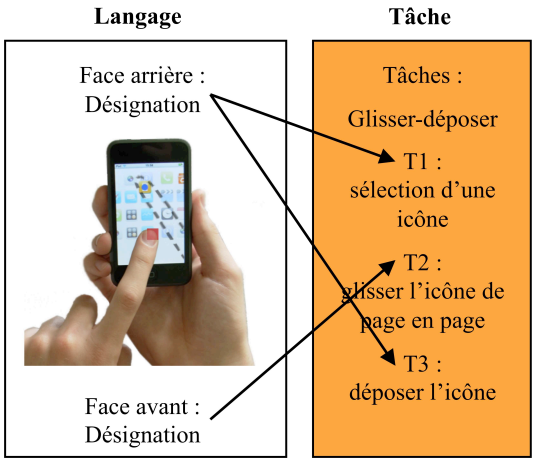

FIG. 9 - *Tâche de glisser-déposer multi-surface à deux mains : Langage et Tâche.*

Dans l'espace des possibilités pour les trois sous-tâches du glisser-déposer, la conception de notre technique repose sur les principes suivants :

- En nous basant sur la division asymétrique du travail bi-manuel exposé par l'application du modèle de la chaîne cinématique à l'interaction bi-manuelle [3], la main non dominante fixe le contexte (tâche T2, défilement des pages), tandis que la manipulation proprement dite est effectuée par la main dominante (tâches T1 et T3). De plus la main dominante termine l'action.

- L'usage synergique des deux modalités exploitant les atouts de chaque modalité [6] permet un gain de temps en augmentant la bande passante entre l'utilisateur et le système.
- L'interaction avec la surface arrière pour sélectionner l'icône (tâche T1) ou la cible (tâche T3) permet de résoudre le problème de l'occultation de la cible (problème du « fat finger » [9]).
- La technique repose sur une métaphore intuitive où l'icône à déplacer est comme collée au bout de l'index (figure 10).
- La technique n'oblige pas l'utilisateur à utiliser les deux surfaces. Le glisser-déposer peut être fait qu'avec la face arrière ou qu'avec la face avant. Ainsi pour des icônes de taille suffisamment importante qui n'impliquent pas de problèmes d'occultation de la cible par le doigt, l'utilisateur privilégiera la technique classique du glisser-déposer sur la face avant. De plus l'utilisateur peut choisir la modalité face avant ou celle face arrière selon l'accessibilité de l'icône à déplacer.
- La technique, bien que conçue pour être bi-manuelle peut n'être utilisée qu'avec la main dominante. L'utilisateur fait défiler les pages par un mouvement horizontal du pouce sur la face avant. L'interaction à une main a été observée principalement pour des hommes ayant des mains plus grandes que les femmes.

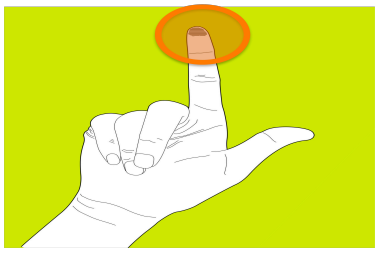

FIG. 10 - *Métaphore d'interaction pour la tâche du glisser-déposer : icône collée au bout de l'index.*

Bien que notre technique soit motivée par un ensemble de principes, nous identifions aussi des problèmes interactionnels potentiels issus de nos choix de conception :

- Contrairement à la propriété du modèle de la chaîne cinématique appliquée à l'interaction bi-manuelle, la main non dominante intervient après que la main dominante ait agi.
- L'utilisateur doit tenir le dispositif avec la main dominante et interagir avec l'index de sa main dominante sur la face arrière. Cette posture va à l'encontre de l'interaction avec le stylet où l'utilisateur tient le dispositif de la main non dominante et le stylet de la main dominante comme dans l'interaction multi-surface bi-manuelle HybridTouch [10]. Notons cependant que dans le cas d'interaction avec le doigt et non un stylet, l'utilisateur tient son dispositif de la main dominante comme pour la technique mutli-surface à une main Dual-Surface [15].
- La technique élimine le problème d'occultation [9] avec l'interaction sur la face arrière mais ne résout que partiellement le problème de l'atteignabilité [15] de l'icône et de la cible avec l'index sur la face arrière. De plus, il a été montré dans [14] que les gestes verticaux avec l'index sur la face arrière sont plus difficiles (erreur et vitesse) à réaliser que les gestes horizontaux. Néanmoins le mouvement de l'index sur la face arrière a été montré globalement meilleur que celui du pouce sur la face avant [14]. Notre technique ne résout donc que très partiellement le problème d'atteignabilité en proposant à l'utilisateur de choisir la face avant ou arrière selon la position de l'icône ou de la cible.

Comme pour la technique de navigation conçue, les atouts et inconvénients de nos choix de conception pour la technique du glisser-déposer nécessitent d'être validés expérimentalement.

5 Conclusion

Dans cet article nous avons proposé un espace de conception inspiré de l'interaction multimodale afin d'explorer les possibilités d'interaction avec deux surfaces sur dispositif mobile de façon systématique : quatre niveaux d'abstraction sont considérés et structurent les choix de conception. Reposant sur cet espace de conception, nous avons proposé deux techniques d'interaction multi-surface, l'une pour naviguer et l'autre pour réaliser un glisser-déposer. Les deux techniques explorent respectivement deux cas distincts de l'interaction multi-surface : l'une considère des pouvoirs d'expression différents sur les deux surfaces tandis que l'autre considère le même pouvoir d'expression sur les deux surfaces.

Notre espace de conception souligne la diversité des choix de conception et donc l'étendue de l'espace de conception à explorer. Ainsi de nombreuses variantes des deux techniques proposées sont possibles. Par exemple la technique du glisser-déposer pourrait exploiter qu'une partie de la surface arrière pour faciliter son accès avec l'index. La technique resterait du pointage absolue contrairement à notre technique de navigation, mais utiliserait un gain (en perdant en précision à cause du facteur d'échelle) pour permettre l'accès à l'ensemble des icônes.

Sur la base de notre espace de conception, nous sommes particulièrement intéressés à poursuivre l'exploration des possibilités d'interaction avec deux surfaces sur dispositif mobile de façon systématique en validant expérimentalement nos choix de conception.

6 Références

[1] Allen, J. 1983. Maintenaing Knowledge about Temporal Intervals. Communication of the ACM, 26,11 (Nov. 1983), 832-843.

[2] Bailly, G., Nigay, L., Auber, D. 2005. 2M : un Espace de Conception pour l'Interaction Bi-Manuelle. Actes de UBIMOB 2005. ACM, New York, NY, 166-173.

[3] Guiard, Y. 1987. Asymmetric Division of Labor in Human Skilled Bimanual Action: The Kinematic Chain as a Model. Journal of Motor Behavior, 19 (1987), 486-517.

[4] Malacria, S., Lecolinet. E., Guiard, Y. 2010. Clutch-free panning and integrated pan-zoom control on touch-sensitive surfaces: the cyclostar approach. . In Proc. of CHI 2010. ACM, New York, NY, 2615-2624.

[5] Matsushita, N., Ayatsuka, Y., Rekimoto, J. 2000. Dual Touch : A Two-Handed Interface for Pen-Based PDAs. In Proc. of UIST 2000. ACM, New York, NY, 211-212.

[6] Oviatt, S. 1999. Ten Myths of Multimodal Interaction. Communications of the ACM, 42, 11 (Nov. 1999), 74-81.

[7] Scott, J., Izadi, S., Rezai, L. S., Ruszkowski, D. Bi, X., Balakrishnan, R. 2010. RearType: text entry using keys on the back of a device. In Proc. of MobileHCI 2010. ACM, New York, NY, 171-179.

[8] Shen, E., Sung-Sheng, T., Chu, H-H., Hsu, J. Y-J., Chen, C. 2009. Double-side multi-touch input for mobile devices. In Proc. of CHI EA 2009. 4339-4344.

[9] Siek, K., Rogers, Y., Connelly, K. H. 2005. Fat finger worries : How older and younger users physically interact with PDAs. In Proc. of INTERACT 2005. Springer Berlin, Vol. 3585, 267-280.

[10] Sugimoto, M., Hiroshi, K. 2006. HybridTouch : an intuitive manipulation technique for PDAs using their front and rear surfaces. In Proc. of MobileHCI 2006. ACM, New York, NY, 137-140.

[11] Vernier, F., Nigay, L. 2001. A Framework for the Combination and Characterization of Output Modalities. In Proc. of DSVIS'01. Springer Berlin, Vol. 1946, 35-50.

[12] Wigdor, D., Forlines, C. Baudisch, P., Barnwell, J., Shen, C. 2007. LucidTouch : A See-Through Mobile Device. In Proc. of UIST 2007. ACM, New York, NY, 269-278.

[13] Wigdor, D., Leigh, D., Forlines, C., Shipman, S., Barnwell, J., Balakrishnan, R, Shen, C. 2006. Under the table interaction. In Proc. of UIST 2006. ACM, New York, NY, 259-268.
[14] Wobbrock, J. O., Myers, B. A., Aung, H. H. 2008. The performance of hand postures in front- and back-of device interaction for mobile computing. International Journal of Human-Computer Studies, 66 (2008), 857-875.
[15] Yang, X-D., Mak, E., Irani, P., Bischof, W. F. 2009. Dual-Surface Input : Augmenting One-Handed Intreaction with Coordinated Front and Behind-the-Screen Input. In Proc. of MobileHCI 2009. ACM, New York, NY, Article No 5.