HAL
open science

# Interaction sur Dispositifs Mobiles : glisser-déposer devant/derrière bi-manuel

Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay

## To cite this version:

Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay. Interaction sur Dispositifs Mobiles : glisser-déposer devant/derrière bi-manuel. IHM 2011 - Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Oct 2011, Nice - Sophia Antipolis, France. 4p. hal-00760430

**HAL Id: hal-00760430**

**https://hal.science/hal-00760430**

Submitted on 3 Dec 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 : glisser-déposer devant/derrière bi-manuel

Quentin Sauret, Jérémie Francone, Laurence Nigay
Université Joseph Fourier Grenoble 1
Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG UMR 5217, Grenoble, F-38041, France
{quentin.sauret, jeremie.francone, laurence.nigay}@imag.fr

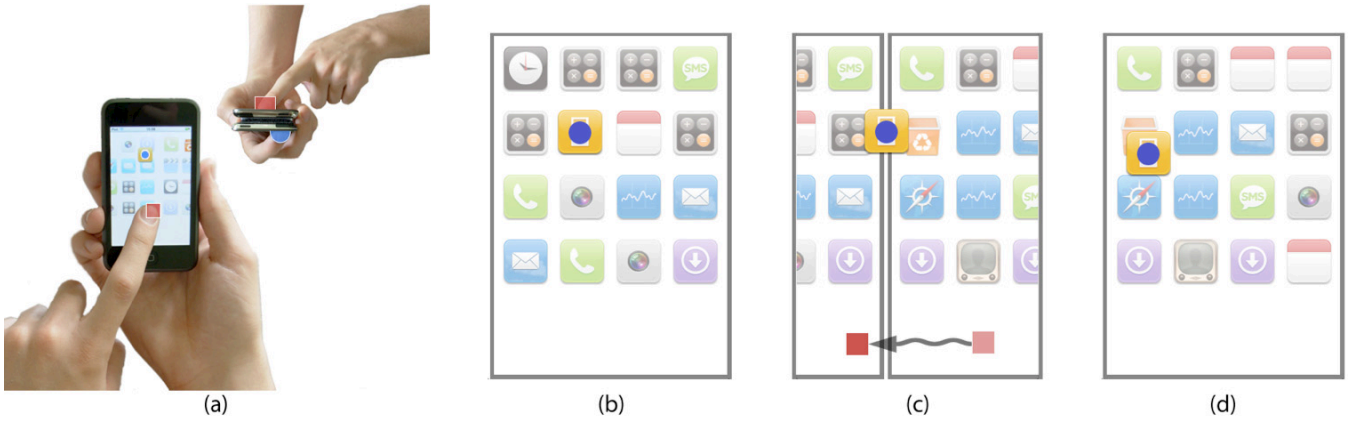


**Figure 1. (a) L'utilisateur tient le dispositif mobile de sa main dominante et interagit avec les deux mains simultanément. (b) L'utilisateur sélectionne une icône avec l'index sur la face arrière. Il maintient l'index appuyé : l'icône est "*collée*" au bout de son doigt. (c) Avec sa main non dominante, 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).**

## RESUME
La technique d'interaction étudiée 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 une tâche de déplacement d'une icône dans des pages d'icônes. Reposant sur la métaphore de l'icône collée au bout de l'index de la main dominante sur la surface arrière, la main non dominante fixe le référentiel d'interaction en faisant défiler les pages par des gestes de défilement sur la surface de devant. Une expérimentation comparative montre des résultats encourageants en terme de temps de sélection.

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

## ABSTRACT
We study interaction techniques for mobile devices such as smartphones that rely on both a front and a rear touch surfaces used simultaneously. The additional rear touch surface offers new possibilities for multimodal interaction techniques. We present a bi-manual (or two-finger) technique for drag-and-drop tasks. The dominant hand holds the device: the user can select and drag an icon by touching the rear surface with his index. The user can simultaneously flip icon pages by using his non-dominant hand on the front surface. We experimentally showed that this technique is faster than the traditional front-surface-only technique.

## Categories and Subject Descriptors
H.5.2 **[Information Interfaces and Presentation]**: User Interfaces – interaction styles.

## General Terms
Design, Human Factors.

## Keywords
Handheld Device, Behind-the-surface Interaction, Tactile Interaction, Two-Handed Interaction, Multimodality.

## 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

Companion Proceedings of *IHM'11, 23ème Conférence francophone sur les Interactions Homme-Machine*, October 24-27, 2011, Sophia Antipolis, France.
Copyright is held by the author/owner(s).

des dispositifs mobiles actuels. De telles surfaces tactiles au dos du dispositif sont par exemple annoncées dans la prochaine console de jeu portable PlayStation Vita.

De nombreuses études sont consacrées à l'interaction avec deux surfaces tactiles disposées devant et derrière un dispositif mobile. 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 [12]. 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 [4]. 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 [11], 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 [9] et Dual-Surface [14]. Enfin, plusieurs techniques sur dispositifs mobiles sont dédiées à des tâches particulières comme la manipulation d'objets 3D [7] ou la saisie de texte [6].

Dans cet article, nous nous concentrons sur des tâches de manipulation directe comme un 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 outre, nous considérons le même pouvoir d'expression sur les faces avant et arrière, contrairement aux techniques HybridTouch [9] et Dual-Surface [14] qui considèrent la face arrière comme un trackpad pour des mouvements relatifs. 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 une nouvelle technique d'interaction pour effectuer un glisser-déposer multi-surface d'une icône, que nous avons partiellement expérimentée.

## 2. CONCEPTION DE LA TECHNIQUE GLISSER-DEPOSER DEVANT/DERRIERE

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 :

- Le canal gestuel : Main dominante / Main non dominante.
- Le dispositif : Surface de devant / Surface de derrière.
- Le langage : Manipulation directe.
- La tâche : Tâche réalisée par une des deux modalités.

Comme première étude des possibilités d'interaction ainsi délimitées par notre espace de conception et, comme pour la technique Dual-Surface [14], nous considérons la manipulation directe comme langage d'interaction. Les deux modalités (face avant, face arrière) ont alors le même pouvoir d'expression, contrairement aux techniques Dual-Surface [14] et HybridTouch [9], où la face avant permet le pointage absolu avec la main non dominante et la face arrière le pointage relatif avec la main dominante. Pour notre étude, 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 sur la Figure 1).

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 obtenues à des tâches, (3) à choisir la combinaison des modalités selon les cinq schémas de composition de modalités [10] issus des relations d'Allen [1].

Nous concentrons notre étude sur la tâche de glisser-déposer d'une icône. 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 1 (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 1 (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 [10]. 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 1 (d)).

Dans l'espace des possibilités pour les trois sous-tâches du glisser-déposer, le rationnel de 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 [5] 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 » [8]).
- La technique repose sur une métaphore intuitive où l'icône à déplacer est comme collée au bout de l'index.
- 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 pour éviter les 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. Lors de notre évaluation expérimentale, nous avons restreint ces possibilités (seul le cas bi-manuel a été évalué).
- 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.

Bien que motivés 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 agit.
- 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 [9]. 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 [14].
- La technique élimine le problème d'occultation [8] avec l'interaction sur la face arrière mais ne résout que partiellement le problème de l'atteignabilité [14] de l'icône et de la cible avec l'index sur la face arrière. De plus, il a été montré dans [13] 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 [13]. 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.

Aussi les atouts et inconvénients de nos choix de conception pour la technique du glisser-déposer nécessitent d'être validés expérimentalement. Comme première expérience, nous nous sommes focalisés sur le temps d'interaction avec l'usage synergique des deux modalités faces avant et arrière qui a été notre motivation première à étudier l'interaction multi-surface sous l'angle de la multimodalité.

# 3. EXPERIMENTATION

Le but de cette première expérience était d'évaluer le temps de réalisation d'une tâche de déplacement d'une icône sur une cible située dans une autre page. Dans cette expérimentation, nous n'avons pas mesuré le nombre d'erreurs mais uniquement les temps de réalisation. Sachant que notre technique synergique résout le problème d'occultation, notre hypothèse est d'obtenir des temps de réalisation meilleurs avec notre technique qu'avec la technique classique, grâce à l'usage synergique de deux modalités.

## 3.1 Matériel, tâche et sujets

Pour implémenter notre technique bi-manuelle, nous avons utilisé un dispositif composé de deux iPod Touch attachés par le dos avec des velcros. La Figure 1 (a) illustre le dispositif. Les deux appareils communiquent entre eux via un réseau Wi-Fi local.

L'expérimentation que nous avons menée vise à comparer notre technique avec la technique existante sur dispositifs mobiles de type iPhone. Cette dernière permet de déplacer une icône en la touchant puis en la déplaçant. Le changement de page s'effectue automatiquement lorsque l'on attend un court instant sur l'un des bords (gauche ou droite) de l'écran tout en maintenant l'icône sous le doigt. Le passage d'une page à l'autre est accompagné d'une courte animation.

Pour les deux techniques, le stimulus consistait en une icône « baladeur » de couleur orange à déplacer dans la corbeille de couleur rouge (Figure 1) située trois écrans plus loin à droite de l'écran de départ. Les deux icônes pouvaient apparaître à n'importe quelle position sur la grille d'icônes. La consigne donnée aux participants était de déplacer aussi vite et précisément que possible l'icône orange dans la corbeille. Le temps entre le début de la sélection (l'icône baladeur est touchée) et la fin de la sélection (relâchement dans la corbeille) a été mesuré.

Douze participants bénévoles, âgés de 20 à 25 (2 femmes et 10 hommes), ont pris part à cette expérience. Tous étaient droitiers.

## 3.2 Conditions et procédures

Sur les 12 participants, la moitié a commencé par la technique bi-manuelle synergique tandis que l'autre moitié a commencé par la technique classique. Avant chaque partie, les participants ont pu se familiariser avec la technique et recevoir quelques explications sur son fonctionnement.

Pour chaque technique, l'expérimentation était divisée en 4 blocs classés *a priori* par ordre de difficulté croissante (d'après nos premières évaluations informelles). Ces blocs sont définis par la position (zone haute ou zone basse) de l'icône de départ (baladeur) et de l'icône d'arrivée (corbeille) dans la grille d'icones (Figure 2). La grille d'icones est de taille 4x8 ; la zone haute correspond aux 4 premières lignes et la zone basse aux 4 dernières. Pour chaque bloc, 8 essais étaient sélectionnés au hasard parmi les 64 possibilités. Cela donne un total de 768 sélections. Les participants ont réalisé l'expérience sur notre dispositif, en position assise sans s'aider d'un support.

| **Technique avec les deux surfaces** | | **Technique classique sur la face avant uniquement** | |
|---|---|---|---|
| | Configuration | | Configuration |
| Bloc 1 | Haut Haut | Bloc 5 | Haut Haut |
| Bloc 2 | Haut Bas | Bloc 6 | Bas Bas |
| Bloc 3 | Bas Bas | Bloc 7 | Haut Bas |
| Bloc 4 | Bas Haut | Bloc 8 | Bas Haut |

**Figure 2. Procédure d'expérimentation en deux parties : (1) Tâches de glisser-déposer avec la technique bi-manuelle [Bloc 1 à bloc 4] (2) Tâches avec la technique classique sur la face de devant uniquement [Bloc 5 à Bloc 8]. La configuration « Haut Bas » signifie que l'icône à déplacer est située en haut de l'écran (l'une des deux premières lignes de la grille) tandis que la corbeille est située en bas de l'écran (l'une des deux dernières lignes de la grille).**

## 3.3 Résultats : Temps de réalisation

Une ANOVA montre que notre technique est significativement plus rapide que la technique classique ($F_{1,763} = 6.96$, $p<.0085$). La figure 4 montre le temps moyen de sélection pour les deux techniques (4.08s contre 4.22s). L'écart type pour notre technique est cependant relativement élevé (0.88 contre 0.53), ce qui incite à affiner les résultats pour chaque bloc.

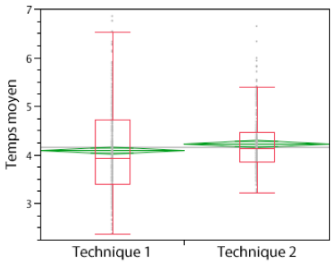


**Figure 4. Temps moyen selon la technique utilisée. La technique 1 représente note technique multi-surface tandis que la technique 2 représente la technique classique.**

Le temps de sélection par bloc présente des différences significatives ($F_{7,757} = 5.27$, $p<.0001$). Une ANOVA sur les blocs de configuration similaire démontre que le bloc 1 est significativement plus rapide que le bloc 5 ($F_{1,189} = 18.41$, $p<.0001$) (départ et arrivée en haut de l'écran). Toutefois, il n'y a pas d'effet significatif sur les temps de sélection entre les autres blocs de même configuration (blocs 2 et 7, blocs 3 et 6, blocs 4 et 8) bien que la tendance soit plutôt favorable à notre technique ($p<.08$ pour ces trois configurations). Notre technique est donc plus rapide que la technique de référence pour les glisser-déposer qui se déroulent dans la partie haute de l'écran, mais elle reste comparable à la technique de référence pour les autres déplacements. La Figure 3 illustre ces résultats. Les écarts-types élevés observés sur les quatre blocs de notre technique indiquent probablement un manque d'expertise de certains participants face à cette nouvelle technique d'interaction.

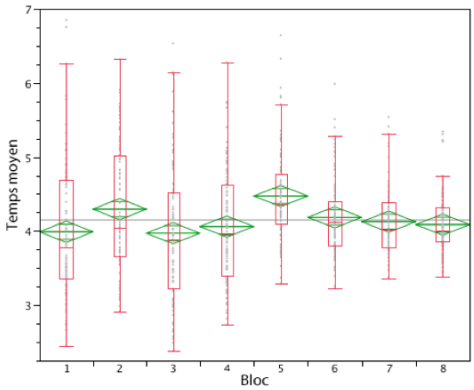


**Figure 3. Temps moyen par bloc.**

## 3.4 Retour Utilisateur

Un questionnaire a été proposé aux participants à l'issue de l'expérimentation de chaque technique. Cinq participants ont eu l'impression d'aller plus vite avec notre technique qu'avec la technique classique. Cinq participants ont remarqué qu'il est plus facile de viser la corbeille lorsque la main ne cache pas l'écran. Deux participants trouvent que la technique multi-surface n'est pas naturelle, trois indiquent que l'idée est originale. Enfin, quatre participants ont remarqué que les déplacements vers le bas sont difficiles à réaliser avec notre technique. Quatre participants n'ont utilisé qu'une seule main, utilisant le pouce sur la face avant pour faire défiler les pages. Cette possibilité d'interaction à une main est particulièrement importante [14] et doit être approfondie avec un dispositif moins épais et lourd que deux iPod juxtaposés.

# 4. DISCUSSION ET CONCLUSION

Exploitant deux surfaces tactiles sur dispositifs mobiles, nous avons présenté une nouvelle technique d'interaction bi-manuelle / à deux doigts et synergique pour une tâche de glisser-déposer d'une icône. Les premiers résultats expérimentaux sur les temps de réalisation en comparaison d'une technique classique sur la face de devant sont encourageants. Les erreurs doivent maintenant être considérées. Plusieurs variantes de la technique sont envisagées comme une approche mixte où l'utilisateur pourrait désigner la cible avec la face avant (pick&drop) plutôt que de glisser l'icône avec l'index sur la face arrière. De plus, sans gestion de mode sur la face arrière, il convient de noter que l'utilisateur peut déplacer une icône par erreur en tenant simplement le dispositif. Ce problème n'a pas été observé lors des expérimentations, sans doute car notre dispositif est assez épais pour être tenu par la tranche et que les utilisateurs étaient en situation d'expérimentation contrôlée en laboratoire.

Enfin nous sommes particulièrement intéressés à poursuivre l'exploration des possibilités d'interaction avec deux surfaces sur dispositif mobile de façon systématique selon notre espace de conception à quatre niveaux d'abstraction.

# 5. REFERENCES


[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] 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.

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

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 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.