

# Interactions Physiques sur Dispositifs Mobiles

*Mathias Baglioni*

TELECOM ParisTech – CNRS LTCI  
46 rue Barrault  
75013, Paris, France  
baglioni@enst.fr

## RESUME

L'interaction sur dispositifs mobiles est devenue un enjeu majeur de l'IHM au cours de ces dernières années. Les moyens d'interaction limités (écran tactile de taille réduite, clavier physique souvent absent) et la difficulté de d'interagir en situation de mobilité sont à l'origine de nombreuses études visant à concevoir de nouvelles techniques d'interaction. Mes travaux de thèse concernent les techniques qui utilisent des capteurs embarqués (accéléromètre, capteur de pression, etc.) comme dispositif d'entrée. Ces capteurs permettent d'augmenter la bande passante interactionnelle et de répondre aux contraintes de la mobilité en facilitant l'interaction à une main. Ce travail de thèse propose d'étudier les travaux déjà réalisés afin de définir les règles liées à la création de ce type d'interaction et de pouvoir isoler les manques facilitant la création de nouvelles techniques d'interaction. Cet article présente la démarche de cette thèse en deux étapes: caractérisation de l'état de l'art puis conception et réalisation de nouvelles techniques d'interaction.

**MOTS CLES :** Dispositifs mobiles, techniques d'interaction, capteurs embarqués.

## ABSTRACT

Mobile interaction has become one of the most prominent fields in HCI. Because interaction resources are limited (small sized screen, no physical keyboard), and due to the specific constraints involved in mobile usage, many new interaction techniques have been proposed for handheld devices in recent years. This PhD work studies techniques that use sensors as input to define rules and constraints for future techniques creation. This paper presents a characterization of the state of art and the conception and realization of novel interaction techniques.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H.5.2 [Information Interfaces And Presentation]: User Interface. I.3.6 [Methodology and Techniques]: Interaction techniques.

**GENERAL TERMS:** Design, Human Factors.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

IHM 2010, 20-23 Septembre 2010, Luxembourg, Luxembourg

**KEYWORDS:** Mobile device, interaction technique, sensors, gestural language, physical interaction.

## INTRODUCTION

Le nombre croissant de dispositifs mobiles dans notre quotidien les place au cœur de l'interaction homme-machine. Ces dernières années ont vu apparaître de nombreuses techniques d'interaction afin de palier les limitations de ces dispositifs (petit écran, entrées limitées). L'intégration de nouveaux capteurs (accéléromètre, gyroscope, caméra, boussole, capteur de pression...), permettant de détecter les mouvements, l'orientation, la pression ou encore le champ magnétique apporte de nouvelles possibilités d'interaction fondées sur les gestes que l'utilisateur réalise avec son dispositif. De par le facteur de forme (petite taille, poids), la connectivité (Bluetooth, Wifi, GSM) et les spécificités d'usage (l'utilisateur a en permanence le dispositif sur lui) des terminaux mobiles, ce nouveau type d'interaction leur est particulièrement adapté. Nous avons donc décidé de nous intéresser à ce type d'interaction afin d'augmenter la bande passante interactionnelle des dispositifs mobiles.

Pour ce faire nous avons d'abord réalisé un état de l'art des techniques existantes. Grâce à ce premier travail, nous avons établie un espace de classification dédié à l'interaction gestuelle physique sur dispositif mobile [1]. Cet espace permet de compléter d'autres taxonomies déjà réalisées sur les dispositifs mobiles [7] ou l'interaction gestuelle [2] en se plaçant à leur intersection. Il nous a également permis d'identifier des points d'intérêt sur lesquels nous avons pu nous appuyer pour concevoir et réaliser de nouvelles techniques d'interaction. L'approche de cette thèse est donc à la fois théorique et pratique.

Enfin cette thèse est liée au contexte des réseaux sociaux, un sujet étudié par des chercheurs d'Alcatel Lucent Bell Labs avec qui nous collaborons. Les techniques que nous réalisons ont en effet pour vocation d'être intégrées aux travaux réalisés sur cette thématique.

## ESPACE DE CARACTERISATION

Nous avons défini un espace de caractérisation qui a permis d'une part de présenter l'état de l'art des techniques existantes et d'autre part de mettre en évidence six dimensions propres à l'interaction gestuelle physique sur dispositifs mobiles. Cet espace nous a également permis de classer et de comparer ces techniques, et de mettre en

évidence les différentes contraintes de l'interaction gestuelle. Il a enfin pour objet de guider la conception de nouvelles techniques en prenant en compte différents éléments comme le contexte, le type de capteur ou encore la nature des gestes. Cet espace s'appuie également sur la définition des gestes de Cadoz [2] et essaie en plus de s'intéresser à la manière dont les gestes sont réalisés.

Cet espace de caractérisation (*Tableau 1*) est constitué de cinq dimensions orthogonales plus une sixième (le contexte) se définissant en parallèle :

- Le type de capteur permet de définir la technologie utilisée pour réaliser la technique (accéléromètres, gyroscope, camera, etc.).
- Le type de mouvements permet de définir les mouvements qui composent le geste de l'interaction. Nous notons deux types de mouvements : fluides et impulsifs.
- La nature des gestes définit les gestes utilisés du point de vue de leur signification (métaphorique, symbolique, etc.)
- Le type de contrôle permet de faire le lien entre le geste et ce qu'il contrôle. Nous avons ainsi deux types de contrôle : continu ou discret.
- Le retour d'information définit les modalités de sortie de la technique, c'est-à-dire par quel média (visuel, audio, haptique) l'utilisateur va recevoir l'information liée à son action.
- Le contexte définit les contraintes spatiales, environnementales et d'utilisation de la technique proposée.

Cet espace permet donc de classer les différentes techniques de la littérature. Il permet aussi de mettre en évidence certains « trous » de conception. Par exemple que certains types de retour d'information sont peu utilisés, la plupart des techniques utilisant un retour d'information visuel. Un autre exemple est le manque de techniques tenant compte de l'espace restreint d'interaction (gestes trop amples ou dérangement).

Espace				
Capteurs	Mouvements	Gestes	Contrôle	Retour
G-sensor	Fluide	Physique	Continu	Visuel
Gyroscope	Impulsif	Métaphorique	Discret	Audio
Camera		Symbolique		Haptique
Boussole		Arbitraire		
Contexte				

*Tableau 1 : Espace de caractérisation.*

## ELABORATION DE TECHNIQUES D'INTERACTION

Nous avons ensuite réalisé des techniques d'interaction tirant partie des possibilités offertes par les nouveaux capteurs en essayant de répondre à des problèmes liés aux dispositifs mobiles (peu ou pas de clavier physique, utilisation en situation de mobilité, etc.).

### TimeTilt

Cette première technique répond à certains manques mis en évidence par l'espace de caractérisation précédent, en particulier l'adéquation au contexte d'utilisation (gestes simples et de faible amplitude), ce qui montre d'ailleurs l'aspect génératif de cet espace. TimeTilt [6], réalisée en collaboration avec Anne Roudaut est une technique utilisant les accéléromètres et le langage gestuel pour permettre de changer aisément et rapidement de fenêtre sur un dispositif mobile. Cette technique est fondée sur la métaphore des cartes à effet lenticulaire qui permettent, selon l'inclinaison de la carte, de présenter plusieurs images distinctes.



*Figure 1 : Le mode lenticulaire (gestes fluides) permet d'afficher les applications ouvertes en fonction de l'inclinaison du dispositif mobile.*

TimeTilt offre deux modes de navigation : une fluide et une impulsive. Un « tap » du doigt derrière le mobile active le navigateur d'application et l'utilisateur peut alors incliner (tilt) son dispositif pour naviguer entre les vues (*Figure 1*). Un « tap » à l'arrière permet de ne pas utiliser le peu de boutons restants sur les dispositifs actuels. De plus il est nécessaire d'utiliser un déclencheur (tap arrière) afin de lancer le mode lenticulaire car les gestes fluides sont difficilement discriminables. Si le navigateur n'est pas activé, une impulsion vers le haut (respectivement vers le bas) permet de passer à l'application précédente (respectivement suivante) directement sans avoir à rentrer dans le mode lenticulaire. Ces gestes (*Figure 2*) répondent bien au contexte de mobilité, en tenant compte de l'espace potentiellement restreint (utilisation dans un lieu public, transport en commun, etc.). Ils ont une amplitude réduite (les mouvements de la main suffisent : il n'est pas nécessaire de bouger le bras) et sont réalisables avec une seule main.



Figure 2 : Les quatre types de gestes utilisés dans TimeTilt.

Nous avons conduit une expérience afin de montrer qu'il est possible de discriminer les différents types de gestes : « taps » à l'arrière, mouvements impulsifs vers l'avant et vers l'arrière. Un algorithme des K-moyennes a été utilisé pour la reconnaissance et a permis d'obtenir des taux de reconnaissance très satisfaisants (Tableau 2). Cette technique a de plus été présentée à l'occasion des « Open Days » d'Alcatel Lucent Bell Labs (du 2 juin au 8 juin 2009) où elle a été fort appréciée par les utilisateurs l'ayant testée.

	Reconnu en tap à l'arrière	Reconnu en impulsif vers l'avant	Reconnu en impulsif vers l'arrière
Tap à l'arrière	93,8%	4,1%	2,1%
Impulsif vers l'avant	2,1%	91,7%	6,2%
Impulsif vers l'arrière	4,15%	4,15%	91,7%

Tableau 2 : Matrice de confusion des gestes.

### Flick and Brake

Dans cette seconde partie nous nous intéressons aux techniques de défilement pour interface tactile sur dispositif mobile et plus particulièrement au « Flicking ». En effet nous souhaitons nous intéresser aux gestes en combinaison avec l'interaction tactile. Nous utilisons un nouveau type de capteur (capteur de pression), des mouvements fluides associé à un contrôle continu et un retour d'information visuel, comme nous le verrons par la suite les gestes utilisées sont métaphoriques. Enfin, l'utilisation de notre technique à une main nous permet de respecter le contexte de mobilité.

Nous avons dans un premier temps défini une machine à états finis du Flicking. Nous avons ensuite proposé deux nouvelles variantes de « Flicking » (Flick&Brake) utilisant un capteur de pression (du doigt sur l'écran) afin de permettre à l'utilisateur de contrôler la décélération de la vitesse de défilement. Nous souhaitons en particulier étudier la différence entre une décélération contrôlée par le système (Flicking standard avec friction) et une décélération contrôlée par l'utilisateur (Flick&Brake).

La machine à états finis (Figure 3) permet de représenter les différents types de Flicking existants. Elle prend en compte les fonctions à appliquer à la vitesse lors de l'auto-défilement et lorsque l'utilisateur touche l'écran. Par exemple, dans le cas du Flicking standard la fonction appliquée à l'état « Touché » est binaire : 1 lorsque l'utilisateur touche et 0 sinon. Ainsi le défilement

s'arrête immédiatement lorsque l'utilisateur touche l'écran.

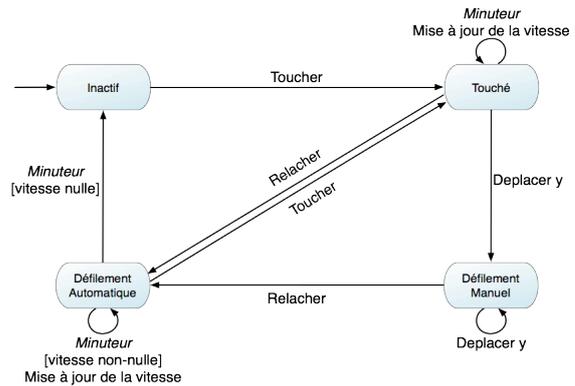


Figure 3 : Machine à états finis du Flicking.

Nos deux techniques complètent la métaphore associée au Flicking (Figure 4) afin de faciliter l'apprentissage de la technique.



Figure 4 : Globe terrestre dans le monde réel et liste de chansons dans le monde virtuel.

La première technique, nommée « Flick&Brake sans moteur », reprend la métaphore de la roue libre. L'utilisateur lance le défilement et s'il touche l'écran la vitesse diminue (plus ou moins vite en fonction de la pression) jusqu'à ce que l'utilisateur lève le doigt ou qu'elle atteigne zéro. Si elle n'est pas nulle lorsque l'utilisateur relève son doigt, le défilement continue à la vitesse courante.

La seconde technique, appelée « Flick&Brake avec moteur » reprend la métaphore d'une roue dont le mouvement serait entretenu par un moteur. Comme précédemment l'utilisateur peut réduire la vitesse en posant son doigt sur l'écran. Mais la différence est que le système retourne à sa vitesse initiale de défilement lorsque l'utilisateur relâche son doigt.

Enfin, nous avons conduit une expérimentation pour tester l'utilisabilité de nos techniques en les comparant à une technique de Flicking standard. Douze utilisateurs avaient pour tâche de retrouver une série de chansons dans une liste de lecture musicale. Les résultats ont montré que nos techniques sont aussi rapides, (il n'y avait pas de différence significative au sens de Wilcoxon rank-sum) que le Flicking standard. Cependant nous avons une différence significative au niveau du nombre d'actions réalisées par l'utilisateur pour atteindre la cible : le Flick&Brake demandant significativement moins d'actions pour réaliser une tâche de sélection. Nous

avons également obtenu des résultats intéressants d'un point de vue qualitatif, les utilisateurs ayant la sensation d'aller significativement (au sens de Kruskal-Wallis) plus vite avec nos techniques qu'avec le Flicking standard.

### PERSPECTIVES

A la suite des différents travaux présentés ci-dessus nous souhaitons étudier ou approfondir plusieurs axes de recherche. Ces différents axes de recherche ont pour but de compléter le vocabulaire de techniques gestuelles existant afin de définir une palette interactionnelle compatible avec les interactions usuelles. En effet, les deux premiers axes de recherche poursuivent cette idée de combinaison entre interaction tactile sur l'écran et interaction gestuelle. Le dernier s'éloigne plus de l'interaction gestuelle mais viendrait compléter les techniques de type Flick&Brake.

Le premier axe consiste donc à poursuivre l'étude de la navigation dans des listes sur mobiles et plus particulièrement les listes hiérarchiques. Pour cela nous nous intéressons à l'utilisation des gestes oscillatoires [4] et leur combinaison avec les accéléromètres (gestes impulsifs). Les mouvements oscillatoires semblent en effet particulièrement bien adaptés aux dispositifs de petite taille et à l'interaction à une main. Le contexte de mobilité est respecté.

Le deuxième axe de recherche porte sur l'étude de la sémantique du « tap », c'est-à-dire analyser et utiliser les différents paramètres de pression (gestes fluides) et d'accélération (gestes impulsifs) lorsque l'utilisateur touche ou tape l'écran. Il serait ainsi possible de différencier plusieurs niveaux (ou intensités) de « tap ». Par exemple dans le cas d'un document éditable le bouton « Quitter sans sauvegarder » ne serait activable que par un « tap » de forte intensité alors que le bouton « Sauvegarder » n'aurait besoin que d'un « tap » de faible intensité. Ce nouveau vocabulaire aurait de plus la particularité d'être compatible avec les techniques de type Sliding Widgets [5].

Enfin un dernier axe serait l'étude d'un nouveau type de Flicking qui serait « sémantique » sur dispositif mobile de plus grande taille (de type tablette PC). Avec cette technique, la trajectoire du défilement (par exemple sur une carte ou une liste) serait influencée par des points ou zones d'intérêt. Par exemple, dans le cas d'une liste de chansons le défilement ralentirait à l'approche d'un item favori.

### CONCLUSION

Ce travail de thèse a consisté dans un premier temps à étudier l'état de l'art afin de réaliser un espace de classification des techniques d'interaction gestuelle physiques. En s'appuyant sur cet espace nous avons conçu et réalisé TimeTilt une technique répondant au manque de capacité des dispositifs mobiles à pouvoir passer facilement d'une vue à une autre. Enfin nous avons proposé Flick&Brake qui augmente la technique de Flicking classique en permettant à l'utilisateur de contrôler la vitesse de défilement.

Ces travaux répondent à la problématique de l'interaction sur dispositif mobile et ils s'intègrent aisément au contexte des réseaux sociaux conformément aux attentes d'Alcatel Lucent Bell Labs, en effet TimeTilt a été intégré dans une application de Radar Social réalisée par ces derniers et Flick&Brake devrait être adapté pour naviguer dans de grandes listes de contacts.

### BIBLIOGRAPHIE

1. Baglioni, M., Lecolinet, E., and Guiard, Y. 2009. Espace de caractérisation des interactions gestuelles physiques sur dispositifs mobiles. *In Proc. of IHM '09*.
2. Cadoz C., "Le geste, canal de communication Homme-Machine. La communication instrumentale", *Technique et sciences de l'information (TSI)*, Hermès ed., vol 13, no.1, p. 31-61, 1994.
3. Karam, M. and Schraefel, M. C. (2005) A Taxonomy of Gesture in Human Computer Interactions. *Technical Report ECSTR-IAM05-009, Electronics and Computer Science, University of Southampton*.
4. Malacria, S., Lecolinet, E., and Guiard, Y. 2010. Clutch-free panning and integrated pan-zoom control on touch-sensitive surfaces: the cyclostar approach. *In Proc. of CHI '10*.
5. Moscovich, T. 2009. Contact area interaction with sliding widgets. *In Proc. of UIST '09*.
6. Roudaut A., Baglioni M. et Lecolinet E. 2009. TimeTilt: Using Sensor-Based Gestures to Travel Through Multiple Applications on a Mobile Device. *In Proc. of INTERACT'09*.
7. Roudaut, A. et Lecolinet, E. 2007. Un espace de classification pour l'interaction sur dispositifs mobiles. *In Proc. of IHM'07*.