HAL
open science

Sélection et Contrôle à Distance d'Objets Physiques Augmentés

William Delamare

To cite this version:

William Delamare. Sélection et Contrôle à Distance d'Objets Physiques Augmentés. 25ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'13, Nov 2013, Bordeaux, France. hal-00879658

HAL Id: hal-00879658

https://inria.hal.science/hal-00879658v1

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.

Sélection et Contrôle à Distance d'Objets Physiques Augmentés

William Delamare
CNRS, Université Joseph Fourier UJF-Grenoble 1
Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), UMR 5217 Grenoble, F-38041, France
William.Delamare@imag.fr

RESUME
Notre recherche doctorale concerne l'interaction dans les environnements intelligents. Plus particulièrement, nous considérons la sélection et le contrôle à distance d'objets physiques augmentés. Nos objectifs sont à la fois conceptuels, par la mise en place d'un espace de conception mais aussi pratiques par la conception, le développement et l'évaluation de techniques d'interaction. Nos résultats ont permis de souligner où l'attention de l'utilisateur doit être pour la sélection efficace et plaisante des objets augmentés à travers la comparaison expérimentale de deux nouvelles techniques de sélection d'objets physiques : P2Roll et P2Slide. Les perspectives en vue de la complétude des travaux concernent principalement le contrôle d'objets et incluent (1) l'évaluation des techniques de guidage pour le contrôle gestuel des objets augmentés par un utilisateur novice, et (2) l'évaluation *in situ* des techniques conçues.

Mots Clés
Interaction Homme-Machine; Objets Augmentés; Interaction Gestuelle; Pointage; P2Roll; P2Slide.

ACM Classification Keywords
H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

L'informatique embarquée dans les objets physiques augmentés (télévision, machine à laver, luminaires à LED, etc.) ouvre aujourd'hui des possibilités d'interaction avec ces objets dans le contexte d'environnements intelligents. Lorsque l'objet est situé à plus d'1m de l'utilisateur, celui-ci préfère une technique de sélection à distance [17]. Par conséquent, il est important de proposer aux utilisateurs des techniques d'interaction à distance pour sélectionner et contrôler ces objets augmentés.

Bien que l'interaction dans le monde physique puisse s'inspirer de travaux dédiés aux environnements numériques (CAVE par exemple), il existe certaines contraintes qui rendent difficile le transfert des techniques d'interaction du monde numérique vers le monde physique. Par exemple, l'absence de représentation numérique d'un pointeur et de sa trajectoire dans le monde physique ne permet pas une adaptation correcte du Flexible Pointer [5]. En effet, l'utilisateur ne peut observer la courbure du rayon du pointeur. Pour proposer des interactions efficaces, il convient d'effectuer deux activités interdépendantes : (1) identifier les caractéristiques propres à l'interaction dans le monde physique (sélection et contrôle) organisés au sein d'un espace de conception qui servira de guide pour (2), concevoir de nouvelles techniques d'interaction efficaces et plaisantes dédiées aux environnements intelligents.

ETAT DE L'ART

Les recherches existantes ont contribué au problème de nos travaux avec l'identification de dimensions de conception à partir de techniques existantes pour la sélection et le contrôle des objets augmentés.

Sélection

Si l'objet est dans le champ de vision de l'utilisateur, le pointage direct est une solution adaptée [14]. Deux types de pointage existent : le premier basé sur un rayon (comme avec un pointeur laser), le second basé sur une sélection volumique (comme avec un pointeur infrarouge).

Les solutions basées sur un rayon atteignent leurs limites lorsque la cible est petite et/ou éloignée [9]. En effet, les tremblements de la main s'ajoutent au problème de précision humaine et rendent la sélection difficile. Certaines solutions visent à réduire ces effets, mais impliquent l'installation invasive de matériel [10] et/ou la modélisation fastidieuse du monde physique [19].

Les solutions basées sur une sélection volumique répondent au problème lié à la précision. Il peut toutefois y avoir une ambiguïté si le volume de sélection contient plusieurs objets : le système ne sait pas quel objet l'utilisateur cherche à sélectionner. Deux types de désambiguïsation existent : (1) les techniques basées sur des heuristiques [12], qui permettent au système de choisir automatiquement quel sera l'objet sélectionné ou (2), les techniques manuelles [17], qui impliquent une intervention de l'utilisateur. Les heuristiques (sélectionner l'objet le plus proche de la direction visée par exemple) peuvent mener à des erreurs, qui sont d'autant plus difficiles à corriger que l'heuristique n'est pas forcément comprise par l'utilisateur. Quant aux techniques manuelles, elles proposent notamment différentes positions du retour d'information : certaines

techniques proposent de maintenir l'attention des utilisateurs sur les objets physiques, comme RFIG Lamps [13]. D'autres proposent d'orienter cette attention sur une représentation numérique, comme une liste affichant les noms des objets pointés sur un écran de téléphone mobile [17]. Cette dimension concernant l'attention de l'utilisateur lors de l'usage de techniques de désambiguïsation du pointage dans le monde physique n'a pas été évaluée. De plus, de façon plus générale, les dimensions à prendre en compte pour leur conception n'ont pas été identifiées.

Contrôle

Plusieurs travaux ont déjà exploré l'utilisation de commandes gestuelles pour contrôler un environnement intelligent [6,18], démontrant le bien-fondé d'utiliser des gestes pour contrôler des objets (télévision, lumières, volets, etc.). Mais ces études soulèvent aussi le problème de la conception du langage gestuel. Pour allumer la lumière par exemple [6], il n'existe pas de consensus des utilisateurs autour d'un unique geste. Il est alors important de guider l'utilisateur novice dans l'apprentissage du langage gestuel, c.-à-d l'ensemble des gestes et les commandes correspondantes.

Pour les langages gestuels 2D, de tels systèmes de guidage existent, comme les Marking Menus [7] ou OctoPocus [1]. En revanche, les systèmes de guidage de gestes 3D ne proposent de guider qu'un seul geste à la fois [15,16]. De plus, les gestes guidés ne sont pas liés à des commandes pour contrôler un quelconque objet. Il est donc nécessaire de proposer une technique qui permette l'exploration d'un ensemble de gestes 3D ainsi que le guidage pendant l'exécution du geste lui-même.

Comme pour la sélection, les systèmes existants proposent notamment différents retours d'information : certains projettent le retour d'information directement sur la main de l'utilisateur [16], d'autres affichent un professeur virtuel accompagné d'un avatar de l'utilisateur sur un écran qui lui fait face [11,15]. Enfin, une dernière solution consiste à présenter le geste via une animation sur un écran [6]. Ces techniques varient selon (1) le point de vue du retour d'information (égocentrique à exocentrique) et (2) l'indirection induite par le système. Ces dimensions des techniques de guidage n'ont pas été évaluées. De plus, d'autres dimensions sont à identifier pour définir l'espace de conception de techniques de guidage de gestes 3D.

METHODE DE RECHERCHE

Mes travaux progressent de manière itérative comme souligné par le schéma de la figure 1 en :

(1) étudiant les travaux existants, pour identifier des caractéristiques clés ainsi que les limitations des techniques existantes,
(2) identifiant les dimensions de conception, pour explorer des solutions non encore étudiées :
    a. Pour la désambiguïsation de la sélection volumique d'objets augmentés,
    b. Pour le guidage de gestes 3D de contrôle,
(3) concevant et développant de nouvelles techniques d'interaction,
(4) évaluant expérimentalement les techniques conçues afin de mieux appréhender l'influence des dimensions de conception sur l'utilisabilité et de raffiner l'espace de conception.

Alors que les techniques d'interaction pour la sélection et le contrôle sont évaluées expérimentalement, l'espace de conception est validé en étudiant [2]:

(1) son pouvoir descriptif (capacité à distinguer les techniques d'interaction),
(2) son pouvoir comparatif (capacité à déterminer si une technique est plus adaptée qu'une autre),
(3) son pouvoir génératif (capacité à guider lors de la conception de nouvelles techniques).

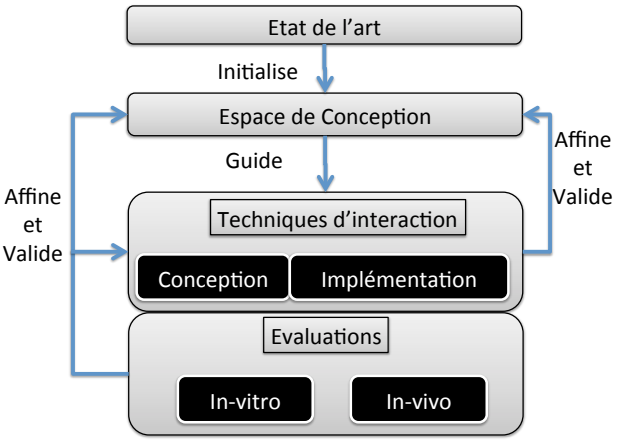

Figure 1 : Approche itérative.

ETAT D'AVANCEMENT

Sélection

Puisque le pointage utilisant un volume de sélection sollicite moins de précision de la part de l'utilisateur que le pointage utilisant un rayon, nous avons concentré nos efforts sur l'étape de désambiguïsation pouvant apparaître si plusieurs objets étaient contenus dans ce volume de sélection.

Pour cette étape de désambiguïsation lors de la sélection d'un objet physique, nous avons défini un premier espace de conception des techniques de désambiguïsation suivant un geste de pointage dans le monde physique [3]. Cet espace contient deux grands groupes de dimensions : *Interaction* et *Système de désambiguïsation* (Figure 2).

Les aspects concernant l'*Interaction* sont décrits par deux axes permettant au concepteur de déterminer :

(1) Où est placé le retour d'information,

(2) Quel est le référentiel d'interaction en entrée : par exemple, avec un référentiel relatif au corps, les objets sélectionnés lors du pointage pourrait être réorganisés verticalement devant l'utilisateur, de la tête aux hanches. La désambiguïsation se ferait alors avec un mouvement de la main le long du corps.

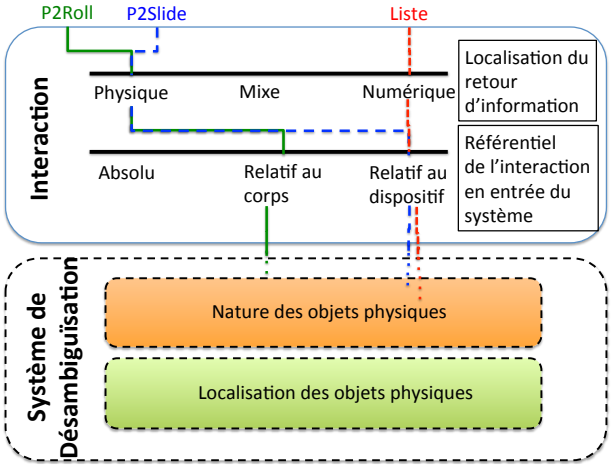

Figure 2 : Espace de conception des techniques de désambiguïsation de la sélection volumique d'objets augmentés. Ses dimensions sont regroupées autour de l'*Interaction* (détaillée) et du *Système de désambiguïsation* (peu détaillé). Les techniques P2Roll, P2Slide et Liste sont représentées par un chemin dans l'espace de conception. Ces représentations soulignent les pouvoirs comparatif et génératif.

Les dimensions qui décrivent le *Système de désambiguïsation* sont divisées en deux sous-groupes. Un sous-groupe caractérise la *nature* des objets (nom, apparence, fonctionnalités, état, etc.), l'autre caractérise la *localisation* des objets. Ces deux sous-groupes sont spécifiques au contexte de l'interaction dans le monde physique. En effets, ces axes caractérisent ce que le système doit maintenir comme information sur le monde physique. Par exemple, si le concepteur veut représenter les objets pointés dans une liste affichée sur un écran (retour d'information purement numérique), le système devra être en mesure d'obtenir ces noms (nature des objets).

En nous basant sur cet espace de conception, nous avons conçu deux nouvelles techniques explorant des options inexploitées de notre espace de conception [4]. Afin d'évaluer différentes *localisations du retour d'information* ainsi que différents *référentiels d'interaction en entrée*, nous avons évalué ces deux techniques ainsi qu'une technique de référence (voir Figure 2) :

- Physical Pointing Roll (P2Roll) : cette technique permet de naviguer parmi les objets pointés grâce à un roulis du poignet, suivant leur ordre horizontal. Les objets affichent eux-mêmes le retour d'information.
- Physical Pointing Slide (P2Slide) : cette technique permet de naviguer parmi les objets pointés grâce à un translation du pouce sur l'écran, suivant leur ordre horizontal. Les objets affichent eux-mêmes le retour d'information.
- Liste : cette technique permet de naviguer parmi les objets pointés grâce à une liste affichant leur nom sur l'écran du téléphone, suivant leur ordre alphabétique.

L'expérimentation [4] a tenu compte du nombre d'objets sélectionnés par l'étape de pointage afin d'évaluer les limites de chacune des techniques. Les résultats quantitatifs ont montrés que les techniques P2Roll et P2Slide, dont le retour d'information se fait dans le monde physique, ont de meilleures performances que Liste. À partir de 16 objets sélectionnés, les techniques deviennent équivalentes. Notre évaluation a permis d'identifier cette limite de 16 objets car elle considère des densités au-delà des travaux existants (allant jusqu'à 5 objets). De plus, les résultats qualitatifs ont montré que les utilisateurs préfèrent garder leur attention sur les objets physiques plutôt que de la détourner sur un écran comme c'est le cas avec la liste sur le mobile.

Contrôle

Une étude complémentaire à la sélection à distance d'objets physiques concerne le contrôle de ces objets. Dans ce contexte, notre travail en cours sur le contrôle gestuel des objets augmentés vise le guidage de l'utilisateur novice pour (1) découvrir les commandes à sa disposition, (2) aider l'exécution du geste associé à la commande désirée, (3) aider l'apprentissage des gestes.

Dans son état actuel, l'espace de conception des techniques de guidage est composé de deux axes :

- Le point de vue que l'utilisateur aura sur le guide [8]. Ce point de vue peut être egocentrique (vue subjective), attaché (vue objective rattachée à un référentiel subjectif) ou exocentrique (vue objective). Cet axe permet de faire la distinction entre un système de guidage sur la main (egocentrique), sur le reflet de l'utilisateur (attaché) ou sur un écran (exocentrique).
- La distinction entre un guidage direct et indirect. Le premier consiste à intégrer le guide dans le monde physique, en augmentant la main ou le reflet de l'utilisateur. Le second consiste à fournir une représentation numérique de la main (ou du reflet) ainsi que du guide sur un écran.

Les techniques d'interaction conçues (Figure 3) à partir de cet espace avancent l'état de l'art de deux façons :

(1) Elles permettent de guider dynamiquement l'utilisateur parmi *plusieurs* commandes gestuelles *3D*.

(2) Elles permettront d'évaluer l'influence sur l'utilisabilité des différents points de vue et de l'indirection qui caractérisent les guides de geste 3D simple existants aujourd'hui.

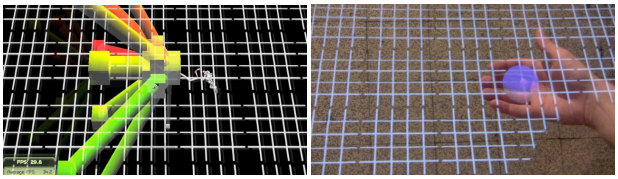

Figure 3 : Technique de guidage de l'utilisateur parmi les commandes gestuelles en 3D pour contrôler les objets augmentés. Gauche : représentation numérique des gestes sur un écran. Droite : Superposition du retour d'information sur la main de l'utilisateur.

PERSPECTIVES

Durant la dernière année de thèse, pour la complétude de nos travaux, nous envisageons :

(1) L'évaluation *in situ* des techniques de désambiguïsation du pointage auprès d'employés de bureau pouvant interagir avec leur éclairage LED. Cette expérimentation s'inscrit dans un projet collaboratif coordonné par Schneider sur la gestion des éclairages LED.

(2) L'étude comparative entre les deux types de pointage : rayon et volume. Notre objectif est d'aider les concepteurs à choisir entre les deux types de pointage en fonction de la densité d'objets dans l'environnement, leur taille, etc.

(3) L'évaluation des techniques de guidage :
   a. En laboratoire pour comparer nos différents prototypes, et affiner l'espace de conception ;
   b. *In situ* afin d'étudier le guidage de gestes 3D en situation réelle d'utilisation auprès d'employés de bureau ainsi que de clients d'un restaurant patientant dans une zone d'attente.

REMERCIEMENTS

Ces travaux sont financés par le projet Delight (FUI du gouvernement français – certifié par le pôle Minalogic). Ce projet, coordonné par Schneider Electric, est dédié à l'étude de nouveaux systèmes d'éclairage LED.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bau, O. and Mackay, W.E. OctoPocus: a dynamic guide for learning gesture-based command sets. *Proc. UIST '08*, ACM Press (2008), 37–46.
2. Beaudouin-Lafon, M. Designing interaction, not interfaces. *Proc. AVI '04*, ACM Press (2004), 15–22.
3. Delamare, W., Coutrix, C., and Nigay, L. Designing disambiguation techniques for pointing in the physical world. *Proc. EICS '13*, ACM Press (2013), 197–206.
4. Delamare, W., Coutrix, C., and Nigay, L. Mobile Pointing Task in the Physical World : Balancing Focus and Performance while Disambiguating. *Proc. MobileHCI '13*, ACM Press (2013), 89–98.
5. Feiner, A. The flexible pointer: An interaction technique for selection in augmented and virtual reality. *Proc. UIST '03*, ACM Press (2003), 81–82.
6. Kühnel, C., Westermann, T., Hemmert, F., et al. I'm home: Defining and evaluating a gesture set for smart-home control. *International Journal of Human-Computer Studies 69*, 11 (2011), 693–704.
7. Kurtenbach, G., Sellen, A., and Buxton, W. An Empirical Evaluation of Some Articulatory and Cognitive Aspects of Marking Menus. *Human-Computer Interaction 8*, 1 (1993), 1–23.
8. Milgram, P. and Colquhoun, H. A taxonomy of real and virtual world display integration. *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, (1999), 5–30.
9. Myers, B.A., Bhatnagar, R., Nichols, J., et al. Interacting at a distance: measuring the performance of laser pointers and other devices. *Proc. CHI '02*, ACM Press (2002), 33–40.
10. Patel, S. and Abowd, G. A 2-way laser-assisted selection scheme for handhelds in a physical environment. *Proc. UbiComp '03*, Springer (2003), 200–207.
11. Portillo-Rodriguez, O. Real-time gesture recognition, evaluation and feed-forward correction of a multimodal tai-chi platform. *Haptic and Audio Interaction Design*, (2008), 30–39.
12. Rahman, A.S.M.M., Hossain, M.A., and Saddik, A. El. Spatial-geometric approach to physical mobile interaction based on accelerometer and IR sensory data fusion. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications 6*, 4 (2010), 1–23.
13. Raskar, R., Beardsley, P., van Baar, J., et al. RFIG Lamps: Interacting with a Self-Describing World via Photosensing Wireless Tags and Projectors. *ACM Transactions on Graphics 23*, 3 (2004), 406–415.
14. Rukzio, E., Broll, G., Leichtenstern, K., and Schmidt, A. Mobile interaction with the real world: An evaluation and comparison of physical mobile interaction techniques. *Ambient Intelligence*, Springer (2007), 1–18.
15. Schönauer, C., Fukushi, K., Olwal, A., Kaufmann, H., and Raskar, R. Multimodal motion guidance: techniques for adaptive and dynamic feedback. *Proc. ICMI '12*, ACM Press (2012), 133–140.
16. Sodhi, R., Benko, H., and Wilson, A. Lightguide: projected visualizations for hand movement guidance. *Proc. CHI '12*, ACM Press (2012), 179–188.
17. Välkkynen, P., Niemelä, M., and Tuomisto, T. Evaluating touching and pointing with a mobile terminal for physical browsing. *Proc. NordiCHI '06*, ACM Press (2006), 28–37.
18. Vatavu, R. A comparative study of user-defined handheld vs. freehand gestures for home entertainment environments. *Ambient Intelligence and Smart Environments 5*, 2 (2013), 187–211.
19. Wilson, A. and Pham, H. Pointing in intelligent environments with the worldcursor. *Proc. INTERACT '03*, Springer (2003), 495–502.