



HAL
open science

Impact de la taille de petits robots pour l'implémentation d'interfaces physiques déformables en 3D

Laura Pruszko, Benoit Piranda, Julien Bourgeois, Céline Coutrix

► **To cite this version:**

Laura Pruszko, Benoit Piranda, Julien Bourgeois, Céline Coutrix. Impact de la taille de petits robots pour l'implémentation d'interfaces physiques déformables en 3D. 31e conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Dec 2019, Grenoble, France. hal-04018883

HAL Id: hal-04018883

<https://hal.science/hal-04018883>

Submitted on 10 Mar 2023

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.

Impact de la taille de petits robots pour l'implémentation d'interfaces physiques déformables en 3D

Impact of the size of small robots for the implementation of 3D, self-reconfigurable physical interfaces

Laura Pruszko
Univ. Grenoble Alpes
Grenoble, France
laura.pruszko@univ-grenoble-alpes.fr

Benoit Piranda, Julien Bourgeois
Univ. Bourgogne Franche-Comté,
FEMTO-ST Institute, CNRS
Besançon, France
prenom.nom@femto-st.fr

Céline Coutrix
Univ. Grenoble Alpes, CNRS
Grenoble, France
celine.coutrix@imag.fr



(a) Prototype de coque d'un robot de $\varnothing 2$ mm.



(b) Quatre résolutions de curseurs linéaires pour évaluer l'impact de la taille des robots : (de gauche à droite) curseur linéaire haute résolution (c'est-à-dire plein), et faits de robots factices de $\varnothing 1$ mm, $\varnothing 2,5$ mm et $\varnothing 5$ mm, imprimés en 3D.

Figure 1: Prototypes montrés lors de la démonstration.

ABSTRACT

We present a set of tangible sliders made of spheres simulating small robots, at four resolutions (Figure 1b). Those prototypes were designed to assess the impact of the size of quasi-spherical small robots on user interaction when implemented to build a tangible device.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Human computer interaction (HCI)**; *Empirical studies in HCI*.

KEYWORDS

Programmable Matter, Tangible Interaction, Self-reconfigurable Interfaces, Shape-Changing Interfaces

RÉSUMÉ

Nous présentons un ensemble de curseurs linéaires tangibles composés de sphères simulant des petits robots de quatre tailles différentes (Figure 1b). Ces prototypes ont été conçus dans le but d'évaluer l'impact de la taille de petits robots quasi-sphériques sur l'interaction lorsqu'ils sont utilisés pour implémenter un dispositif tangible.

MOTS CLÉS

Matière programmable, Interaction tangible, Interfaces auto-reconfigurables, Interfaces à changement de forme.

1 INTRODUCTION

Les interfaces à changement de formes pourraient permettre de combiner la physicalité des interfaces tangibles et la flexibilité des interfaces graphiques [1]. Pour cette démonstration, nous nous intéressons aux possibilités qu'offre la robotique modulaire pour implémenter de telles interfaces. Dans ce domaine, les catoms [12] sont de petits robots capables de se reconfigurer en 3D. Leur forme quasi-sphérique permet leur miniaturisation. Ils rendent ainsi possible une grande variété de formes atteignables dynamiquement, comme de la pâte à modeler programmable. Une interface composée de tels robots est non seulement capable de se reconfigurer en 3D, mais également de se scinder en plusieurs parties, ou de

changer sa porosité. Cette démonstration présente les prototypes réalisés afin d'étudier l'impact de la taille de ces robots sur l'expérience utilisateur. Nous présenterons également des éléments d'un prototype de robot actuellement réalisé et testé à $\varnothing 3.6$ mm.

2 TAILLE DES ROBOTS ET EXPÉRIENCE UTILISATEUR

La conception des catoms est actuellement centrée sur la technologie. Afin d'étudier leur possibilités pour l'implémentation d'IHM, nous adoptons une démarche centrée utilisateur en étudiant l'impact de leurs paramètres de conception sur l'interaction. Nous souhaitons ainsi contribuer à leur conception d'un point de vue utilisateur.

Le premier paramètre de conception que nous étudions est la *taille*. La surface d'une interface construite à partir de robots quasi-sphériques est irrégulière et présente des aspérités. Nous émettons l'hypothèse que lors d'interactions avec un dispositif impliquant de manipuler deux objets composés de catoms l'un sur l'autre, *plus les robots sont petits, plus les utilisateurs seront efficaces* car les surfaces en contact seront plus lisses. Des travaux antérieurs ont montré que la friction a un impact sur la performance [4] et tentent de la minimiser [2, 3]. Une friction statique élevée a un impact sur la performance d'une tâche de pointage [13]. Cependant, réduire la friction cinétique n'aide pas à obtenir des mouvements plus rapides [5]. En effet, le frottement statique est plus élevé que la friction cinétique (phénomène de "stick-slip") [8]. L'impact de la friction peut être lié à son ampleur. Plus grande est la taille des robots composant un dispositif, plus grandes seront les aspérités à sa surface. Nous n'avons pas trouvé de travaux antérieurs étudiant l'impact de la taille des aspérités sur la performance, encore moins lorsque deux objets sont manipulés l'un sur l'autre, ce qui est très commun en interaction tangible [15].

Nous émettons également l'hypothèse que *plus les robots sont petits, plus l'utilisateur appréciera l'interaction*. Des travaux précédents [10] étudient l'impact de la friction sur l'utilisation d'un pavé tactile dont la surface est dégradée, et ont montré que : 1) les utilisateurs préfèrent généralement une friction plus faible, 2) les utilisateurs novices préfèrent une friction intermédiaire. Cependant, nous ne savons pas si cela s'applique lorsque deux objets sont manipulés l'un sur l'autre.

3 DESCRIPTION DES PROTOTYPE

Pour évaluer ces hypothèses, nous présentons quatre versions d'un curseur linéaire tangible composées de robots de différentes tailles. Nous choisissons d'étudier un curseur linéaire car c'est un dispositif répandu dans la vie quotidienne et dans la littérature (p. ex., [9, 14, 16]). Afin que seule la taille

influence l'interaction, nous utilisons des robots factices imprimés en 3D (Figure 1b). Cette solution pour simuler une technologie qui n'existe pas encore, ou qui est trop fragile ou trop coûteuse, est courante et souhaitable pour faire progresser le domaine [1, 14]. Le curseur choisi est répandu sur le marché et correspond aux standards ergonomiques [7]. Il permet plusieurs prises en main, courantes.

Nous présentons un premier curseur linéaire, standard, avec une surface complètement lisse imprimé en 3D. Nous présentons ensuite trois tailles de robots factices à comparer : $\varnothing 1$ mm, $\varnothing 2,5$ mm et $\varnothing 5$ mm. Pour imprimer ces modèles en 3D, nous utilisons VisibleSim [6, 11], un simulateur open-source permettant de disposer des catoms dans l'espace pour construire le dispositif. Nous obtenons ainsi un modèle de notre dispositif précis et fidèle à une implémentation réelle, pour chacune des trois tailles de robots choisies.

Pour enregistrer la position du curseur, celui-ci est fixé sur un potentiomètre linéaire inséré dans le boîtier factice. Afin de fournir un retour haptique passif comparable à une implémentation réelle, le curseur se déplace dans un rail formé par la disposition des sphères du boîtier (Figure 1b). Le potentiomètre est connecté à un ordinateur par l'intermédiaire d'une carte Teensy 3.6.

Le but de cette démonstration est de permettre aux participants de sentir l'impact de la taille des robots sur le retour tactile et haptique. Ils pourront comparer l'impact de la taille des robots sur leurs performances réelle et perçue lors de tâches de poursuite et de pointage. Nous souhaitons obtenir des retours et commentaires de la communauté francophone en IHM afin d'orienter nos travaux futurs.

4 PERSPECTIVES

Au delà de cette expérience, nos travaux futurs étudieront l'impact de la *force* de la connexion entre les robots sur l'expérience utilisateur. La force appliquée par les utilisateurs sur un dispositif composé de robots pourrait s'adapter à la force de la connexion entre robots, dans une limite d'utilisabilité.

Nous étudierons également dans quelle mesure la *vitesse* de reconfiguration des robots influe sur l'expérience utilisateur.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été partiellement financé par le LabEx PERSYVAL-Lab (ANR-11-LABX-0025-01), le projet PhyFlex (ANR-15-CE23-0011-01) et le FabMSTIC.

RÉFÉRENCES

- [1] Jason Alexander, Anne Roudaut, Jürgen Steimle, Kasper Hornbæk, Miguel Bruns Alonso, Sean Follmer, and Timothy Merritt. 2018. Grand Challenges in Shape-Changing Interface Research. In *the CHI 2018 Conference*. New York, New York, USA, 1–14. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173873>

- [2] Myroslav Bachynskyi, Gregorio Palmas, Antti Oulasvirta, Jürgen Steimle, and Tino Weinkauff. 2015. Performance and Ergonomics of Touch Surfaces : A Comparative Study Using Biomechanical Simulation. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)*. ACM, New York, NY, USA, 1817–1826. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702607>
- [3] Ravin Balakrishnan and I. Scott MacKenzie. 1997. Performance Differences in the Fingers, Wrist, and Forearm in Computer Input Control. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97)*. ACM, New York, NY, USA, 303–310. <https://doi.org/10.1145/258549.258764>
- [4] James V Bradley. 1969. Optimum Knob Diameter. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 11, 4 (Aug. 1969), 353–360. <https://doi.org/10.1177/001872086901100406>
- [5] Géry Casiez, Nicolas Roussel, Romuald Vanbellegem, and Frédéric Giraud. 2011. Surfpad : Riding Towards Targets on a Squeeze Film Effect. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '11)*. ACM, New York, NY, USA, 2491–2500. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979307>
- [6] Dominique Dhoutaut, Benoit Piranda, and Julien Bourgeois. 2013. Efficient Simulation of distributed Sensing and Control Environments. In *iThings 2013, IEEE Int. Conf. on Internet of Things*. Beijing, China, 452–459.
- [7] European Committee for Standardization. 2008. Safety of machinery - Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators - Part 3 : Control actuators.
- [8] Brian Feeny, Ardeshir Guran, Nikolaus Hinrichs, and Karl Popp. 1998. A Historical Review on Dry Friction and Stick-Slip Phenomena. *Applied Mechanics Reviews* 51, 5 (05 1998), 321–341. <https://doi.org/10.1115/1.3099008>
- [9] Hyunyoung Kim, Céline Coutrix, and Anne Roudaut. 2018. KnobSlider : Design of a Shape-Changing UI for Parameter Control. In *CHI '18*. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3173913>
- [10] Kazuyuki Mizuhara, Hiroyuki Hatano, and Katsutoshi Washio. 2013. The effect of friction on the usability of touchpad. *Tribology International* 65 (2013), 326 – 335. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2013.02.017> 39th LEEDS-LYON SYMPOSIUM ON TRIBOLOGY Special Issue : Great Challenges in Tribology.
- [11] Benoit Piranda. 2016. VisibleSim : Your simulator for Programmable Matter. In *Algorithmic Foundations of Programmable Matter (Dagstuhl Seminar 16271)*, Sándor Fekete, Andr'ea Richa, Kay Römer, and Christian Scheideler (Eds.). Dagstuhl, 12.
- [12] Benoit Piranda and Julien Bourgeois. 2018. Designing a quasi-spherical module for a huge modular robot to create programmable matter. *Autonomous Robot Journal, Special Issue : Distributed Robotics : From Fundamentals to Applications* 42, 8 (2018), 1619–1633. <https://doi.org/10.1007/s10514-018-9710-0>
- [13] Christopher Richard and Mark Cutkosky. 2000. The Effects of Real and Computer Generated Friction on Human Performance in a Targeting Task. In *Proceedings of the ASME IMECE Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environments and Teleoperator Systems*. ASME, 1101–1108.
- [14] Simon Robinson, Céline Coutrix, Jennifer Pearson, Juan Rosso, Matheus Fernandes Torquato, Laurence Nigay, and Matt Jones. 2016. Emergeables : Deformable Displays for Continuous Eyes-Free Mobile Interaction. In *CHI '16 : Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Swansea University, ACM, New York, New York, USA, 3793–3805. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858097>
- [15] Orit Shaer and Eva Hornecker. 2010. *Tangible User Interfaces : Past, Present and Future Directions*. Vol. 3. Now Publishers Inc. <https://doi.org/10.1561/11000000026>
- [16] Melanie Tory and Robert Kincaid. 2013. Comparing physical, overlay, and touch screen parameter controls. In *ITS '13 : Proceedings of the*
- 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces. ACM, New York, New York, USA, 91–100. <https://doi.org/10.1145/2512349.2512812>