
Physicalisation interactive des données : Techniques d'interaction "phygiales" pour l'exploration de systèmes informationnels complexes

Florent Cabric
Université de Toulouse
Toulouse, France
florent.cabric@irit.fr

Marcos Serrano
Université de Toulouse
Toulouse, France
marcos.serrano@irit.fr

Christophe Hurter
ENAC
Toulouse, France
christophe.hurter@enac.fr

Emmanuel Dubois
Université de Toulouse
Toulouse, France
emmanuel.dubois@irit.fr

ABSTRACT

The amount of data produced and stored is constantly increasing. To help users better understand them, a solution is to display data close to the physical object that acquired them. The data becomes located close to its physical referent. Such visualization systems exist but few of them support input interaction. This thesis must address this lack of interactivity by providing both a conceptual design space to help future designers of situated data visualization systems and new interaction techniques that take benefit from the physical world.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → Visualisation, Human computer interaction (HCI) → Interaction techniques

KEYWORDS

Interaction technique; Design space, situated data, embedded data, visualization.

Permission to make digital or hard copies of part or all 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. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

IHM'19 Extended Abstracts, December 10–13, 2019, Grenoble, France

© 2019 Copyright held by the owner/author(s).



Figure 1 Exemple de visualisation de données ancrées : le projet Tangible Landscape [11]

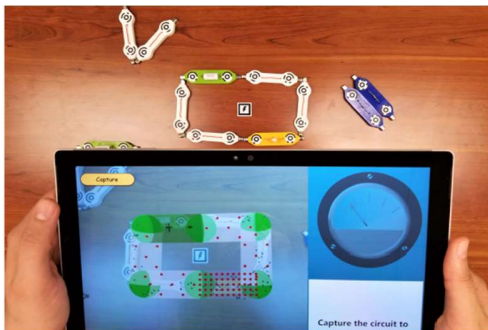


Figure 2 Exemple de visualisation de données situées proches du référent physique : le projet Looking Inside The Wires [3]

RÉSUMÉ

La quantité de données produites et stockées ne cessent d'augmenter. Pour pouvoir aider les utilisateurs à mieux les appréhender, les données peuvent être représentées proche de l'objet physique qui les a acquises. Les données deviennent *situées* proches de leur *réfèrent physique*. De tels systèmes de visualisation existent mais peu d'entre eux supportent de l'interaction en entrée. Ces travaux de thèse doivent répondre à ce manque d'interactivité en apportant à la fois un cadre conceptuel pour aider les futurs concepteurs de systèmes de visualisation de données situées et des nouvelles techniques d'interaction tirant profit du monde physique.

MOTS CLÉS

Techniques d'interaction ; espace de conception, données situées, données ancrées, visualisation .

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, la quantité de données n'a cessé d'augmenter. Aujourd'hui, 29000Go sont produites chaque seconde [16]. La compréhension des données nécessite des outils pour transformer ces nombres, textes et images en représentations concrètes. Le domaine de la visualisation de données vise à produire des représentations pour visualiser et analyser des données abstraites. L'évolution des dispositifs numériques a permis de créer de nouvelles formes de visualisation dites interactives. La communauté a depuis produit différentes solutions de visualisations interactives [4,7,8,10,12]. Cependant, la plupart de ces travaux étudient la visualisation de données hors contexte (c.-à-d. la visualisation est éloignée du référent physique de ces données).

Ces dernières années, l'avancée des recherches tend aussi à ne plus séparer dichotomiquement le monde numérique et le monde physique. Ainsi, Willett et al. [15] analysent la représentation des données en fonction de leurs référents physiques (c.-à-d. l'objet, ou une représentation de celui-ci, qui produit les données) et de la forme de la représentation (c.-à-d. physique ou visuelle). La raison principale d'un tel intérêt pour ce type de représentation des données part du postulat que la représentation des données plus proches de leur référent physique rend celles-ci plus faciles à comprendre et à analyser. Cependant, le concept de "représentation de données ancrées" a jusqu'à présent été principalement étudié pour la représentation des données (output).

Interagir avec des données affichées **sur** (données ancrées cf. Figure 1) ou **proches** (données situées cf. Figure 2) de leur référent physique nécessite des techniques d'interactions pour interagir avec un objet physique dans un environnement physique. Les précédents travaux de la littérature étudiaient les techniques d'interaction uniquement en fonction de l'objet physique porteur de donnée, et débouchaient alors sur une solution ad hoc (c.-à-d. la conception d'une solution unique). Par exemple, le système The Revealing Flashlight [13] permettait d'éclairer un objet archéologique pour fournir des données contextuelles. Ces systèmes ad hoc ne peuvent donc être généralisés et leurs études restent limitées à leur contexte d'usage.

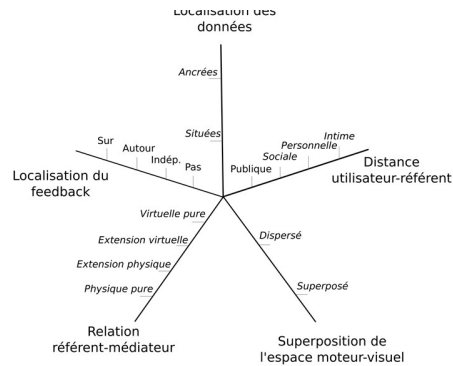


Figure 3 Description de notre espace de conception

Mes travaux de thèse s'inscrivent dans ce contexte de données situées sur un objet physique et en particulier sur les techniques d'interaction en entrée avec ces données. Mes travaux se sont orientés dans un premier temps sur la mise en place d'un espace de conception des techniques d'interaction permettant de tirer profit du monde physique ainsi que des données qu'il comporte. Cet espace permettra aux concepteurs de systèmes interactifs pour la visualisation de données situées d'appréhender plus rapidement les facteurs importants de l'interaction et ainsi de concevoir des techniques d'interaction plus adaptées à leur contexte d'usage. Dans un deuxième temps, mon travail se focalise sur la conception de nouvelles techniques d'interaction avec des objets physiques porteurs de données situées. Ce travail a déjà fait l'objet de deux publications [5,6].

L'espace de conception de techniques d'interaction

Pour rationaliser la conception de techniques d'interaction (en entrée et en sortie) pour des systèmes interactifs de visualisation de données situées, il est important de cerner les spécificités et contraintes du monde physique (e.g. taille des objets, diversité des dispositifs utilisés, formes, diversité des utilisateurs, etc.). Un espace de conception permettant de structurer leur description et faciliter leur évaluation est donc requis. Or, parmi les espaces de conception prenant en compte la présence du monde physique, plusieurs ont pour but de caractériser l'interaction en entrée. À notre connaissance, aucun espace de conception n'a été proposé pour caractériser simultanément l'interaction en entrée et en sortie avec des systèmes interactifs de visualisation de données situées. Cette espace permettra d'aider les futurs concepteurs à identifier, comparer et créer ces systèmes interactifs selon une ou plusieurs de nos dimensions.

Nous travaillons donc sur un espace de conception dédié aux techniques d'interaction avec un référent physique et des données situées. Notre espace de conception se décompose en 5 dimensions (cf. Figure 3) :

- **La localisation des données** caractérise le rendu des données situées avec un référent physique [15] : les données sont soit **situées proches** du référent physique soit **ancrées** sur le référent physique.
- **La distance utilisateur-référent** se base sur les distances proxémiques [1,9] pour caractériser la distance entre l'utilisateur et le référent physique.
- **La superposition moteur-visuel** caractérise l'alignement visuel des éléments d'interaction entre l'utilisateur et le référent physique.
- **La relation médiateur-référent** exprime le degré de *physicalisation* de l'interaction en entrée entre un dispositif d'entrée, qu'on appelle le médiateur, et le référent physique (i.e. caractérise la quantité du monde physique impliquée dans cette interaction en entrée).
- **La localisation du feedback** de l'interaction caractérise le lieu où est rendu perceptible ce feedback en s'inspirant de la classification de Willett et al. [15].

Ce travail est encore en cours et est amené à évoluer.

Sélectionner des objets physiques dans des expositions publiques

Afin de peupler l'espace de conception et d'illustrer le pouvoir génératif de celui-ci [2], nous nous sommes investis dans un projet de conception de technique d'interaction avec des objets physiques enfermés dans des vitrines. En effet, les objets physiques comme les objets d'histoire naturelle ou les œuvres d'art sont souvent placés derrière une vitrine en verre dans les expositions publiques pour les protéger de la poussière ou des dommages. La plupart de ces expositions ne sont pas interactives, de sorte que le niveau d'information qui peut être affiché est généralement limité à de petits textes affichés physiquement. Les quelques interactions dans ce contexte sont souvent basées sur une entrée tactile sur un écran séparé [14], ce qui détourne le regard de l'utilisateur de l'objet de l'exposition. Notre objectif est donc d'étudier une technique de pointage basée sur cette vitrine tactile pour venir sélectionner un ou une partie d'un objet enfermé dans une vitrine. Ce projet fait l'objet d'une publication à la conférence INTERACT19 [6]

Travaux Futurs

L'avancée des travaux s'effectuera principalement autour de deux axes. Premièrement, il sera nécessaire de concevoir de nouvelles techniques d'interaction (pouvant être décrites dans notre espace de conception). Ces nouvelles techniques d'interaction devront permettre de résoudre une ou plusieurs des questions de recherches suivantes : certaines vitrines contiennent des objets placés les uns derrière les autres, Comment alors ajuster la profondeur du pointage sur un objet physique enfermé dans une vitrine ? Aussi, certains objets contiennent des informations à l'intérieur, comme par exemple un découpage en étage et pièces d'un bâtiment. Comment sélectionner à l'intérieur d'un objet physique occulté par les surfaces extérieures de cet objet ?

Nous anticipons que nos travaux devront tirer profit des environnements de réalité mixte pour percevoir des données immersives. Il sera alors intéressant d'expérimenter un nouveau système de visualisation interactive basé sur des casques de réalité augmentée (e.g. HoloLens) permettant d'afficher conjointement des données ancrées et situées (i.e. axe Localisation des données de notre espace de conception). Un tel système devra apporter des solutions de techniques d'interaction « phygiales » (i.e. tirant parti à la fois des mondes physique et numérique) innovantes. Ces techniques devront ensuite être évaluées.

REMERCIEMENTS

Je remercie la région Occitanie et le projet neOCampus de l'Université Paul Sabatier pour le financement de cette thèse et Emmanuel Dubois, Christophe Hurter et Marcos Serrano pour la supervision de mon travail.

RÉFÉRENCES

1. Till Ballendat, Nicolai Marquardt, and Saul Greenberg. 2010. Proxemic Interaction: Designing for a Proximity and Orientation-Aware Environment. In ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces - ITS '10, 121. <https://doi.org/10.1145/1936652.1936676>
2. Michel Beaudouin-Lafon. 2004. Designing interaction, not interfaces. In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces - AVI '04, 15. <https://doi.org/10.1145/989863.989865>
3. Elham Beheshti, David Kim, Gabrielle Ecanow, and Michael S Horn. 2017. Looking Inside the Wires: Understanding Museum Visitor Learning with an Augmented Circuit Exhibit. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '17, 1583–1594. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025479>
4. Stefano Burigat and Luca Chittaro. 2005. Location-aware visualization of VRML models in GPS-based mobile guides. In Proceedings of the tenth international conference on 3D Web technology - Web3D '05, 57. <https://doi.org/10.1145/1050491.1050499>
5. Florent Cabric, Marcos Serrano, and Emmanuel Dubois. 2018. Design and evaluation of a design space of visual feedback for phygital models. In Proceedings of the 29th Conference on l'Interaction Homme-Machine - IHM '17, 299–307. <https://doi.org/10.1145/3132129.3132162>
6. Florent Cabric, Emmanuel Dubois, Pourang Irani, and Marcos Serrano. 2019. TouchGlass: Raycasting from a Glass Surface to Point at Physical Objects in Public Exhibits. In IFIP Conference on Human-Computer Interaction, 249–269. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29387-1_15
7. Grégoire Cliquet, Matthieu Perreira, Fabien Picarougne, and Yannick Prié. 2017. Towards HMD-based Immersive Analytics. In Immersive analytics Workshop, IEEE VIS 2017. Phoenix, United States. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01631306>
8. Taehyun Ha, Bjorn Beijnon, Sangyeon Kim, Sangwon Lee, and Jang Hyun Kim. 2017. Examining user perceptions of smartwatch through dynamic topic modeling. *Telematics and Informatics* 34, 7: 1262–1273. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.05.011>
9. Edward T Hall. 1963. A System for the Notation of Proxemic Behavior. *American Anthropologist* 65, 5: 1003–1026. <https://doi.org/10.1525/aa.1963.65.5.02a00020>
10. Christophe Hurter, Nathalie Henry Riche, Steven M. Drucker, Maxime Cordeil, Richard Alligier, and Romain Vuillemot. 2019. FiberClay: Sculpting Three Dimensional Trajectories to Reveal Structural Insights. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25, 1: 704–714. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2865191>
11. Garrett C. Millar, Payam Tabrizian, Anna Petrasova, Vaclav Petras, Brendan Harmon, Helena Mitasova, and Ross K. Meetenmeyer. 2018. Tangible Landscape: A Hands-on Method for Teaching Terrain Analysis. Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18, February: 1–12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173954>
12. Donghao Ren, Bongshin Lee, and Matthew Brehmer. 2019. Charticulator: Interactive Construction of Bespoke Chart Layouts. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25, 1: 789–799. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2865158>
13. Brett Ridel, Patrick Reuter, Jeremy Laviole, Nicolas Mellado, Nadine Couture, and Xavier Granier. 2014. The Revealing Flashlight: Interactive Spatial Augmented Reality for Detail Exploration of Cultural Heritage Artifacts. *Journal on Computing and Cultural Heritage* 7, 2: 6:1-6:18. <https://doi.org/10.1145/2611376>
14. Jessica Roberts, Amartya Banerjee, Annette Hong, Steven McGee, Michael Horn, and Matt Matcuk. 2018. Digital Exhibit Labels in Museums: Promoting Visitor Engagement with Cultural Artifacts. Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18: 1–12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174197>

IHM'19 Extended Abstracts, December 10–13, 2019, Grenoble, France

15. Wesley Willett, Yvonne Jansen, and Pierre Dragicevic. 2017. Embedded Data Representations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23, 1: 461–470. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2598608>
16. Informations publiées dans le monde sur le net (en Gigaoctets). Retrieved from www.planetoscope.com/Internet-/1523-informations-publiees-dans-le-monde-sur-lenet-%0Aen-gigaoctets-.html