

# Interactions phygitales : Ancrer l'exploration de données dans le monde physique

"Phygital Interactions": anchoring data exploration in the physical world.

Florent Cabric, Emmanuel Dubois, Houssein Saidi, Marcos Serrano

**English Abstract** – Interacting with data placed in their physical context is a recent challenge for information visualization and HCI communities. So far, this new form of visualization suffers from a lack of interactivity. In this paper we present a first version of a design space to characterize interaction with data presented in their physical context. We illustrate this design space with previous work from the literature and from two of our current projects.

## 1 INTRODUCTION

Les systèmes interactifs relevant du domaine de l'InfoViz sont majoritairement connus pour leurs avancées en terme de rendu graphique. Pourtant ils contiennent bel et bien deux aspects: la visualisation des données sous différentes représentations, et les interactions avec ces données [1]. Cet article s'intéresse plus particulièrement aux techniques d'interaction permettant d'explorer un espace de données. En effet les traitements et commandes applicables sur un ensemble de données sont multiples : filtrer selon divers critères, sélectionner une donnée ou un ensemble de données, éditer ou annoter les données, etc. [2]. En conséquence le vocabulaire d'interaction requis en entrée de ces systèmes doit être suffisamment riche pour permettre un accès et une utilisation simplifiés de ces multiples commandes.

Dans ce contexte, de multiples travaux ont exploré des pistes d'interaction différentes incluant notamment la souris [3], les interfaces tangibles [4] et les interactions mid-air [5]. Plus récemment des approches basées sur le langage naturel ont été développées pour émettre des requêtes [6] et même afficher un résultat paramétrable comme dans Tableau [7]. Ces solutions d'interactions sont toutefois essentiellement pensées pour interagir avec des données détachées de leur contexte. Or, grâce au développement des objets connectés, des capteurs et de l'IoT, les données sont de plus en plus communément liées à des lieux géographiques précis. En réponse à cette évolution, [8] a défini le concept de "embedded data representation" pour permettre la conception et la création de systèmes présentant des données en lien avec le lieu physique auquel se rapporte la donnée.

Ce concept n'a toutefois été exploré que pour la partie *visualisation* de l'espace de données. Dans cet article nous proposons et illustrons une première ébauche d'un cadre analytique permettant de décrire, comparer et concevoir des techniques d'interaction avec des données ancrées sur un objet physique : ce sont les **interactions phygitales**.

## 2 UN ESPACE DE CONCEPTION POUR LES INTERACTIONS PHYGITALES

Notre approche est basée sur un continuum caractérisant la place du monde physique dans l'interaction en entrée. Nous qualifions les deux extrêmes de ce continuum de direct et indirect : une **interaction phygitale directe** nécessite que l'utilisateur entre en contact avec l'objet physique servant de référent, i.e. les entités physiques auxquelles se rapportent la donnée. C'est le cas de CityScope [9] où l'utilisateur manipule un pièce de lego pour afficher les données correspondantes; une **interaction phygitale indirecte** à l'inverse ne nécessite aucun contact entre l'utilisateur et l'objet physique servant de référent. C'est le cas dans [10], où la position de l'utilisateur sur des marqueurs au sol autour d'une œuvre déclenche la projection de données sur l'œuvre physique exposée.

Entre les deux, à l'instar du continuum de la réalité augmentée de Milgram [11], la place de l'objet physique servant de référent augmente graduellement. Par exemple, si l'objet physique servant de référent est une maquette de bâtiment, choisir un étage dans un menu déroulant sur une tablette est indirect. Par contre choisir ce même étage en modifiant la hauteur du doigt au-dessus de la tablette l'est un peu moins, le désigner en orientant la tablette physiquement vers l'étage visé est plus direct, et lancer un rayon virtuel avec le doigt orienté vers l'étage, alors que l'utilisateur se tient devant la maquette du bâtiment, est quasiment une technique phygitale directe.

En complément, les modes de représentation de l'information au regard de cet objet physique servant de référent, tels que définis dans [8], permettent d'affiner cette caractérisation des techniques d'interaction phygitale. Etant donné la présence d'un référent physique sur lequel l'utilisateur interagit, la représentation de l'information se fait nécessairement à proximité de l'objet physique. Il s'agit donc d'une représentation située ("situated") (e.g.

proche du référent physique). Cette représentation située peut être aussi ancrée ("embedded") dans le référent ou une partie de celui-ci. Il en ressort alors un cadre de référence constitué de deux axes : la place de l'objet physique dans l'interaction en entrée (continuum direct à indirect) et la forme de la représentation en sortie (situated ou embedded).

La Figure 3 illustre quelques solutions de la littérature et nous détaillons en particulier deux de nos prototypes récents : OnBody Tangible interaction [12] et Interaction sur maquette [13].

**OnBody Tangible Interaction** : OnBody Tangible Interaction est un nouveau paradigme d'interaction qui consiste à utiliser le corps comme support physique pour interagir avec un objet tangible. Nous illustrons ce concept avec une réalisation où l'utilisateur manipule une souris multidimensionnelle sur l'avant-bras (cf Figure 1) pour interagir avec des données de consommation énergétique dans un bâtiment. Ces données sont relatives à l'endroit où se trouve l'utilisateur et visualisées au travers d'un casque HoloLens. Pour ce type d'interaction, le référent physique est la pièce ou une partie de la pièce où sont affichées les données. L'interaction en entrée (input) est indirecte car il n'y a pas d'action sur les parties physiques de la pièce, de près ou de loin. L'affichage (output) est de type « *situated* » car relatif à l'endroit où les données sont produites.

**Maquette phytale** : Notre concept de maquette phytale consiste à utiliser un modèle en miniature d'un bâtiment ou lieu géographique (par exemple une ville) afin de permettre la visualisation de données ancrées dans cet environnement (cf. Figure 2). Dans ce cas, la technique d'interaction en entrée est un lancer de rayon (raycasting) avec le doigt. Le raycasting permet de sélectionner la partie de la maquette en contact avec le rayon virtuellement lancé. Cette technique permet de garder le dispositif d'entrée (le doigt) et l'objet (la maquette) dans le même référentiel physique, nous qualifions cette technique comme quasi-direct. Les données sont ancrées par vidéo projection sur la maquette et sont donc ancrées dans leur référent physique. Ces données sont donc de type *embedded*.

### 3 CONCLUSION

A court terme il est nécessaire d'affiner ce cadre analytique. Nous anticipons notamment le besoin de discerner les données du domaine d'une part, des informations affichées pour fournir un feedback au fonctionnement de la technique d'interaction. Le concept de référent nécessite aussi d'être affiné (objet réel, représentation physique ou numérique). Nous espérons notamment que des discussions menées durant le workshop pourront nous aider à affiner ce cadre.

A plus long terme, nous identifions deux avantages principaux à l'ancrage des données dans le monde physique : la mémorisation car comme établi dans [14] un lieu physique aide à mémoriser une info; la fluidité de l'interaction : mettre en regard la donnée et son lieu de production contribue aussi à une interaction plus fluide [15].

### 4 REFERENCES

1. Yi et al.: Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. (2007).
2. Taher et al.: Exploring Interactions with Physically Dynamic Bar Charts. Proc. 33rd Annu. ACM Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '15 (2015).
3. Williamson et al.: The dynamic HomeFinder. Proc. 15th Annu. Int. ACM SIGIR Conf. Res. Dev. Inf. Retr. - SIGIR '92 (1992).
4. Cordeil et al.: Design space for spatio-data coordination: Tangible interaction devices for immersive information visualisation. 2017 IEEE Pacific Vis. Symp. (2017).
5. Badam et al.: Supporting visual exploration for multiple users in large display environments. 2016 IEEE Conf. Vis. Anal. Sci. Technol. VAST 2016 - Proc. (2017).
6. Lin et al.: TiQi: A natural language interface for querying software project data. 2017 32nd IEEE/ACM Int. Conf. Autom. Softw. Eng. (2017).
7. TABLEAU, <https://www.tableau.com/products/new-features/ask-data>.
8. Willett et al.: Embedded Data Representations. IEEE Trans. Vis. Comput. Graph. (2017).
9. Zhang: CityMatrix: an urban decision support system augmented by artificial intelligence., (2017).
10. Schmidt et al.: Floor-Projected Guidance Cues for Collaborative Exploration of Spatial Augmented Reality Setups. Proc. 2018 ACM Int. Conf. Interact. Surfaces Spaces - ISS '18 (2018).
11. Milgram et al.: Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng. (1995).
12. Saidi et al.: On-Body Tangible Interaction: Using the Body to Support Tangible Manipulations for Immersive Visualization. (2019).
13. Cabric et al.: TouchGlass: Raycasting from a Glass Surface to Point at Physical Objects in Public Exhibits. (2019).
14. Perrault et al.: Physical Loci: Leveraging Spatial, Object and Semantic Memory for Command Selection. Proc. 33rd Annu. ACM Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '15 (2015).
15. Elmqvist et al.: Fluid interaction for information visualization. Inf. Vis. (2011).
16. Roo et al.: Inner Garden: Connecting Inner States to a Mixed Reality Sandbox for Mindfulness. Proc. 2017 CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '17 (2017).
17. Roberts et al.: Digital Exhibit Labels in Museums: Promoting Visitor Engagement with Cultural Artifacts. Proc. 2018 CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '18 (2018).
18. Alonso et al.: CityScope: A Data-Driven Interactive Simulation Tool for Urban Design. Use Case Volpe. InterJournal Complex Syst. 559 (2018).

● F. Cabric, E. Dubois, H. Saidi, M. Serrano, Univ. Toulouse 3-IRIT-Elipse  
E-mail : {prenom.nom}@irit.fr

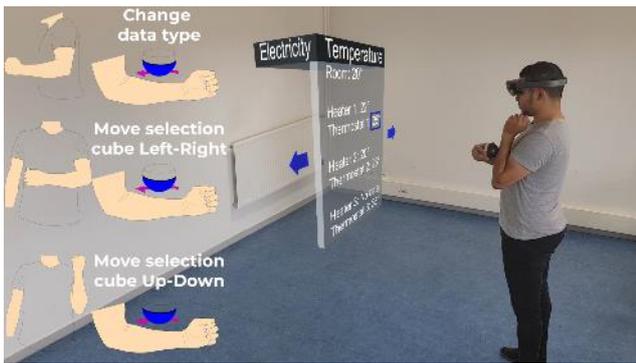


Figure 1 - Projet OBT

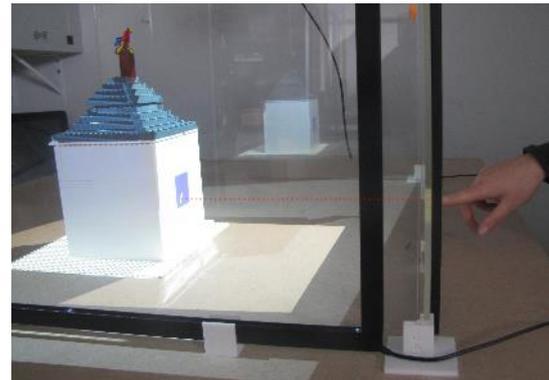


Figure 2 - Projet Maquette phytale

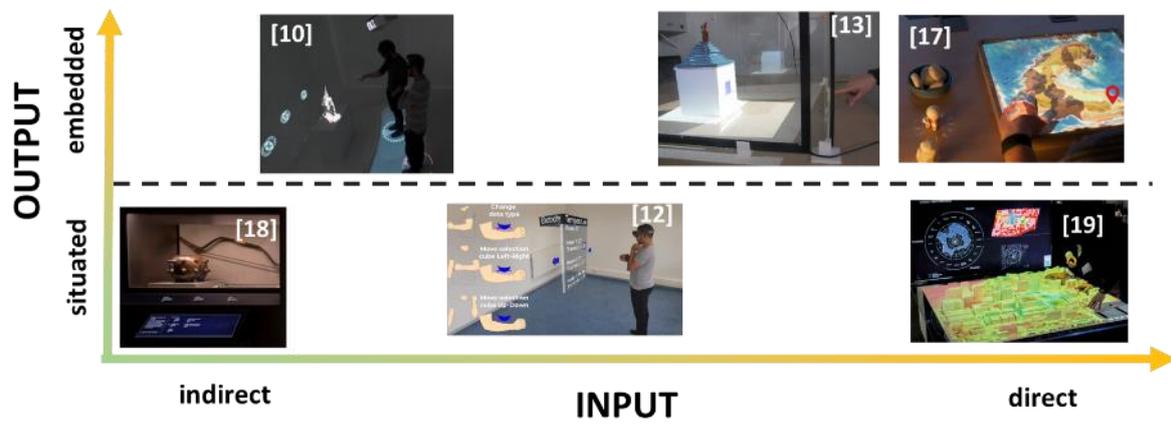


Figure 3 - Les deux axes de notre cadre de référence pour caractériser les interaction phytale.