



HAL
open science

Interface tangible pour la manipulation d'objets 3D dans des expositions publiques

Frédéric Rayar

► **To cite this version:**

Frédéric Rayar. Interface tangible pour la manipulation d'objets 3D dans des expositions publiques. 29ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, AFIHM, Aug 2017, Poitiers, France. 8 p., 10.1145/3132129.3132149 . hal-01577937

HAL Id: hal-01577937

<https://hal.science/hal-01577937>

Submitted on 28 Aug 2017

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.

Interface tangible pour la manipulation d'objets 3D dans des expositions publiques

F. Rayar

Laboratoire d'Informatique
Université François-Rabelais
Tours, France
frederic.rayar@univ-tours.fr

RÉSUMÉ

Nous présentons dans cet article une interface tangible et ergonomique pour la manipulation d'objets 3D. Cette étude prend place dans le contexte d'interactions avec des objets 3D par le grand public dans des expositions dans de musées ou autres instituts. Pour ce faire, nous utilisons une balle connectée du commerce, la Sphero™. Nous présentons l'évaluation utilisateur que nous allons réaliser en vue de valider la simplicité de prise en main et l'efficacité de la solution proposée.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → *Interaction devices*

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.

IHM'17, August 29-September 1, 2017, Poitiers, France

© 2017 Copyright is held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-1-4503-5109-6/17/08. <https://doi.org/10.1145/3132129.3132149>

MOTS-CLÉS

Interfaces tangibles, Dispositif de saisie, Manipulation 3D, Expositions publiques

ACM Reference format:

F. Rayar. 2017. Interface tangible pour la manipulation d'objets 3D dans des expositions publiques. In *Proceedings of 29eme Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Poitiers- Futuroscope, FR, Août 2017 (IHM 2017)*, 8 pages.

DOI: 10.1145/3132129.3132149

1 INTRODUCTION

Les technologies 3D deviennent populaires avec la démocratisation des jeux vidéo, des films 3D ou encore de la réalité virtuelle. De fait, les musées ont tiré profit des affichages 3D pour améliorer l'expérience des visiteurs dans les expositions publiques. En effet, il s'agit d'une solution pertinente pour permettre aux visiteurs d'interagir avec des répliques virtuelles de statues ou autres objets de notre patrimoine culturel. Cependant, des difficultés sont à surmonter comme : (i) le cours laps de temps passé dans un stand, (ii) le peu d'engagement à apprendre les interactions mises à disposition et (iii) le niveau de nouveauté, d'interactivité et d'amusement recherché.

Dans les applications 3D, la manipulation d'objets 3D est l'une des fonctionnalités de base, cependant elle reste complexe à mettre en œuvre par un utilisateur non expert. La manipulation d'objets 3D consiste principalement en 3 opérations fondamentales : la translation, la rotation et le zoom (TRZ). De nos jours, la majorité des solutions proposées sont réalisées à l'aide d'une souris ou d'une interface tactile. Pour la première solution, le manque de nouveauté et d'attractivité de l'interaction peut ne pas motiver un visiteur. Pour la seconde, le visiteur doit être en contact direct avec la surface tactile, ce qui enlève la possibilité d'une installation avec des écrans distants.

L'interaction tangible est un autre paradigme, proposé par Hiroshi Ishii et son projet Tangible Bits [3]. Les interfaces tangibles (TUI) sont une alternative aux affichages classiques, et tirent profit de la richesse des interactions que l'être humain possède avec le monde physique pour lui permettre d'interagir avec le monde digital. Autrement dit, les TUI permettent d'interagir avec du contenu digital par la manipulation d'objets physiques et réels.

Dans cet article, nous présentons un dispositif tangible qui exploite une boule connecté du commerce, nommément la Sphero™. Nous étudions la faisabilité de réaliser des manipulations 3D (avec une attention particulière sur la rotation) à l'aide de la Sphero™ dans un contexte d'exposition publique. Ce cas d'utilisation implique : (i) de fournir un dispositif non intrusif mais néanmoins intuitif pour motiver les visiteurs à l'utiliser et (ii) d'alléger au mieux le dispositif d'installation pour encourager les musées à adopter ce type d'interaction.

2 TRAVAUX EXISTANTS

Dans la littérature, plusieurs solutions ont été proposées pour manipuler des objets 3D, que l'on peut catégoriser comme suit : (i) la manipulation 3D basée sur la souris, (ii) la manipulation 3D basée sur un dispositif tactile, (iii) la manipulation 3D basée sur l'interaction gestuelle et (iv) la manipulation 3D basée sur un dispositif tangible. Pour respecter la limite de pages du présent article, nous ne présentons ici que l'état de l'art de la dernière catégorie.

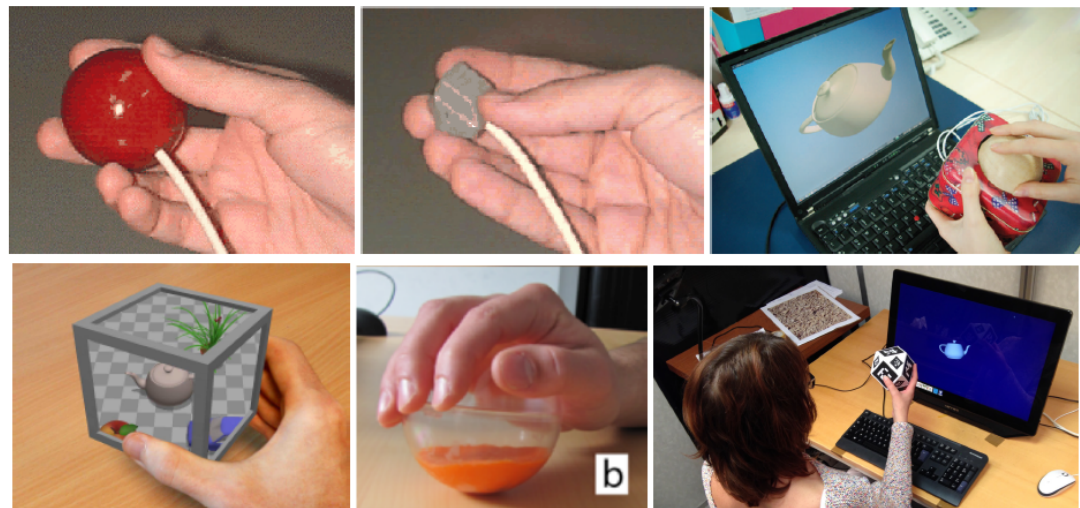


Figure 1. Dispositifs tangibles de la littérature pour manipuler des objets 3D. De haut en bas : la « 3D Ball», le Tracker 3D, la Spinball, le volume portable, la Roly-Poly-Mouse et le cuboctaèdre. L'ensemble des illustrations proviennent des articles originaux.

2.1. Manipulation 3D basée sur un dispositif tangible

Les premiers travaux sur l'utilisation d'un dispositif tangible pour la manipulation 3D sont la « 3D ball » et le « Tracker 3D » de [2] (voir Figure 1). La 3D ball est une petite sphère en plastique qui contient un dispositif de repérage magnétique, alors que le Tracker 3D consiste uniquement en ce dispositif de repérage magnétique. L'utilisateur peut ainsi manipuler le tangible pour effectuer des

rotations sur l'objet 3D virtuel. Les critiques des participants de l'évaluation concernaient le fait que le fil attaché aux dispositifs était encombrant, et qu'ils devaient être tenus en permanence.

En 2009, [6] présente la Spinball (voir Figure 1), un tangible peu onéreux pour effectuer des rotations. La Spinball est constituée de 2 souris optiques et d'une sphère. Aucune évaluation n'a été menée, mais les quelques personnes qui l'ont utilisé n'ont eu aucune difficulté notable à manipuler des objets virtuels. Cependant, une limitation majeure de ce dispositif est le fait que l'angle maximum d'une rotation est de 180°.

Plus récemment, un volume portable pour la manipulation de scène 3D a été proposé par [4]. Ce volume est un petit cube (voir Figure 1), qui a ses faces recouvertes de marqueurs de réalité augmentée. Une application sur tablette est ensuite utilisée pour suivre les marqueurs, placer la scène virtuelle et mettre à jour son orientation en fonction des manipulations effectuées sur le tangible par l'utilisateur. Ce genre de dispositif ne convient pas forcément à la manipulation de grands objets tels que des statues.

La même technique de suivi de marqueurs a été utilisée très récemment par [1], où les auteurs effectuent une comparaison entre la souris, l'interaction tactile et l'interaction tangible pour manipuler des objets 3D. Leur dispositif tangible est un léger cuboctaèdre à tenir dans la main (voir Figure 1). La position et l'orientation de ce cuboctaèdre est suivi à l'aide de deux caméras externes et fixes. Ces solutions à base de marqueurs nécessitent une ou plusieurs caméras externes, ce qui surcharge l'environnement du stand. De plus, le fait de tenir le tangible en permanence induit une fatigue chez les participants.

Dans [5], les auteurs décrivent la conception d'une balle sphérique pour la manipulation d'objets 3D pour des applications de bureau. Ils proposent « Roly-Poly Mouse » (voir Figure 1) qui combine des interactions 2D (suivi de la position) et 3D (suivi de l'orientation) pour répondre aux difficultés de pointage dans les applications 3D. Deux limitations sont à noter : l'amplitude maximale de 2 rotations est de +90/-90°, et l'hémisphère sud de leur tangible étant lestée, un réalignement automatique s'effectue à chaque fois que l'utilisateur relâche la balle, lui imposant de rester en contact avec la balle en permanence sous peine de voir l'orientation de son objet 3D réinitialisée.

3 DISPOSITIF PROPOSÉ

3.1. Sphero™

La Sphero™ est une balle robotique présentée en 2011 par la société Sphero (précédemment Orbotix). Elle a un diamètre de 7cm, un poids de 170g et coûte approximativement 140€. Elle contient un système de guidage interne, une puce Bluetooth, plusieurs capteurs (gyroscope, accéléromètre) et un moteur électrique. Sa principale utilisation est d'être utilisée comme une voiture télécommandée à l'aide d'un terminal mobile Android ou iOS. La portée du Bluetooth est



Figure 2. De haut en bas : la Sphero™, son intérieur et le socle de chargement

La Sphero™ peut aussi être utilisée comme un contrôleur. En effet, en annoncée entre 15 et 30 mètres selon la version de la balle. Concernant l'alimentation, elle embarque une batterie qui peut être chargée par induction à l'aide d'un socle dédié. Celui-ci pèse 72g. On peut s'attendre à une autonomie d'une heure pour 3h de charge. La Figure 1 présente la Sphero™, son intérieur et le socle. désactivant la stabilisation de la partie interne et mobile de la Sphero™, nous pouvons récupérer les données des capteurs et les envoyer par Bluetooth à un ordinateur ou terminal mobile qui a été appareillé au préalable. Ainsi, en manipulant la Sphero™ sur son socle, il est possible de tourner la balle selon les trois axes de rotation sans la soulever. Cette possibilité peut permettre de manipuler un objet 3D en utilisant la balle comme un tangible. Nous tirons profit de cette possibilité pour évaluer la faisabilité de réaliser les opérations TRZ d'un objet 3D.

3.2. Interactions

La balle pouvant tourner selon les trois axes de rotation, il est possible de récupérer : (1) le lacet (yaw) : mouvement de rotation horizontal autour d'un axe vertical, (2) le tangage (pitch) : mouvement de rotation autour de son axe transversal, et (3) le roulis (roll) : mouvement de rotation autour de son axe longitudinal. Nous proposons de réaliser la manipulation d'objets 3D à l'aide de notre dispositif tangible à l'aide des interactions suivantes :

1. Translation (T) : les déplacements sur les axes x et y de l'objet sont respectivement associés au lacet et au tangage de la balle;
2. Rotation (R) : les rotations de l'objet virtuel sont exactement ceux de la balle. Ainsi, la rotation n'est pas absolue, mais relative;
3. Zoom (Z) : l'échelle de l'objet est associée au tangage de la balle.

3.3. Avantages clés

Dans [1], une comparaison entre des interactions basés sur la souris, le tactile et le tangible pour la manipulation d'objets 3D a été réalisée dans le contexte d'une tâche de docking. Des observations et conclusions intéressantes sur les trois modalités étudiées ont été formulées. En particulier, les principaux avantages de leur dispositif tangible (le cuboctaèdre) sont : une interaction rapide, une association des opérations intuitive, une impression de contrôle et le facteur de nouveauté. Les principaux inconvénients sont quant à eux : les tâches complexes ne sont pas gérées (e.g. le pointage), la fatigue physique, la nécessité d'avoir un objet distinct, la nécessité d'une interaction basée sur une autre modalité pour stopper la manipulation de l'objet 3D.

Le dispositif proposé tente de préserver les avantages de l'interaction tangible tout en proposant une réponse aux inconvénients susmentionnés. En particulier, notre dispositif :

1. permet d'effectuer les opérations TRZ;
2. ne dépend pas d'un dispositif de suivi externe, ce qui soulage l'installation;
3. repose sur un socle, ce qui permet de ne pas tenir le tangible en permanence, et donc de réduire la fatigue;
4. peut être stoppé, en retirant sa main de la balle, sans réalignement automatique;

5. convient à une utilisation par le grand public dans des expositions de musées ou autres instituts.

3.4. Limitations actuelles

On peut noter que les 3 opérations ne peuvent être effectuées simultanément. En effet, certains mouvements de rotation de la balle sont associés à différentes propriétés de l'objet 3D. Aussi, dans la version actuelle de notre prototype, l'utilisateur doit sélectionner le mode qu'il désire utiliser avec une souris ou une interaction via l'écran tactile. Néanmoins, cette limitation peut être résolue en imaginant des évolutions de notre prototype. Par exemple, on peut imaginer une console composée de 2 tangibles : l'une pour la rotation, et la seconde pour la translation et le zoom. L'utilisateur sera libre d'utiliser une ou deux mains. Une seconde évolution serait de suivre le déplacement de notre tangible, en exploitant les capteurs déjà intégrés dans la Sphero™. Enfin, il est aussi imaginable de présenter à l'utilisateur une console multimodale tangible/tactile/gestuelle pour tirer le meilleur de chaque modalité par rapport à une opération donnée.

4 ÉVALUATION UTILISATEUR

Nous présentons ici l'évaluation utilisateur que nous allons réaliser dans la suite de ces travaux en cours : ses objectifs, l'environnement expérimental à mettre en place ainsi que la liste des tâches qui seront à réaliser.

4.1. Objectifs

Nous souhaitons évaluer plusieurs aspects du dispositif proposé :

1. Le système est-il facile à prendre en main ? Cette information nous permettra d'observer si le dispositif convient à un contexte où les utilisateurs auront un faible taux d'engagement dans l'apprentissage ainsi qu'un temps court pour appréhender les interactions proposées.
2. Le système est-il facile à utiliser ? Une fois le dispositif pris en main, est-il efficace pour réaliser les tâches de manipulation 3D ?
3. Le dispositif permet-il de réaliser des manipulations précises ? Cela nous permettra d'évaluer la précision des manipulations 3D et adapter les applications qui pourront être proposées aux visiteurs.
4. La solution proposée induit-elle de la fatigue ? Bien que le dispositif est amené à être utilisé sur un laps de temps court (quelques minutes), nous souhaitons examiner si une fatigue se fait ressentir.
5. La solution proposée cause-t-elle de la frustration ? Ce phénomène de frustration pourrait amener les visiteurs à quitter l'installation, ce qui n'est pas souhaitable.
6. La solution proposée est-elle novatrice ? Nous souhaitons vérifier si l'aspect nouveauté est présent, permettant ainsi une interaction ludique.

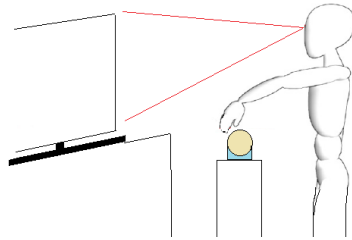


Figure 3. Environnement expérimental envisagé

7. Finalement, nous souhaitons savoir si la solution proposée est pertinente pour réaliser des manipulations 3D lors d'expositions publiques.

4.2. Environnement expérimental

Nous allons utiliser une Sphero™ 2.0 et son socle pour interagir avec le contenu digital. Pour simuler un stand d'une exposition dans un musée, nous utiliserons un pupitre surélevé, sur lequel le tangible sera posé. L'utilisateur sera ainsi debout derrière le pupitre et fera face un écran qui sera placé à quelques mètres. Nous pensons utiliser un écran LCD de 46" avec une résolution de 1920 x 1080 pixels. Cet écran serait connecté à un ordinateur qui gérerait la communication sans fil avec la Sphero™, ainsi que les applications liées aux tâches à réaliser. La Figure 3 illustre l'environnement expérimental envisagé.

4.3. Tâches

Nous ne souhaitons pas évaluer notre solution à l'aide d'une tâche de docking comme dans [1], car nous pensons que cette tâche n'est pas adéquate dans le cadre d'une exposition publique dans un musée. Nous avons plutôt imaginé des tâches liées à des applications qui pourraient être proposées dans un musée, telles que l'interaction avec une frise chronologique, une carte géographique ou un modèle 3D de statue. Ainsi pour chacune des opérations TRZ, une tâche de manipulation « grossière » et une tâche de manipulation plus précise seront demandées aux participants. On peut noter que les 3 opérations ne peuvent être effectuées simultanément.

Concernant les tâches dites grossières nous pensons utiliser les tâches suivantes :

- (R) : trouver un pays donné dans un globe terrestre et le mettre au premier plan.
- (T) : trouver la date d'un événement dans une frise chronologique.
- (Z) : zoomer une carte jusqu'à voir un édifice précis.
- (RTZ) : manipuler librement un objet 3D.

5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La manipulation d'objets 3D par le grand public est une solution intéressante pour lui permettre d'accéder à certains œuvres du patrimoine mondial lors d'expositions publiques. Malheureusement, les dispositifs actuels sont peu attractifs, nécessitent une installation complexe ou engagent une certaine fatigue chez le visiteur. Dans cet article, nous avons proposé une solution tangible pour réaliser des opérations classiques de manipulation 3D (TRZ), en exploitant une balle connectée du commerce. Nous avons présenté et justifié la conception de notre première évaluation utilisateur, qui sera réalisée dans la suite de ces travaux en cours.

Suite à cette première évaluation, nous souhaitons réaliser une solution complète qui permette de réaliser les opérations TRZ de manière simultanée, comme mentionné précédemment dans l'article. De plus, nous souhaitons réaliser une seconde évaluation de cette solution complète in-situ, lors d'une exposition dans un musée.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Anthony Demuylder et Mentor Bajraktari pour leur travail qui a mené à la réalisation du premier prototype de la plateforme d'évaluation, Polytech' Tours (Département Informatique) pour avoir financé l'achat de la Sphero™ et la société Sphero pour leur SDK JavaScript.

RÉFÉRENCES

- [1] Lonni Besançon, Paul Issartel, Mehdi Ammi, and Tobias Isenberg. 2017. Mouse, Tactile, and Tangible Input for 3D Manipulation. In Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI). Denver, nited States, 4727–4740.
- [2] Ken Hinckley, Joe Tullio, Randy Pausch, Dennis Proffitt, and Neal Kassell. 1997. Usability Analysis of 3D Rotation Techniques. In Proceedings of the 10th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '97). 1–10.
- [3] Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. 1997. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms. In Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '97). 234–241.
- [4] P. Issartel, L. Besançon, T. Isenberg, and M. Ammi. 2016. A Tangible Volume for Portable 3D Interaction. In 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct). 215–220.
- [5] Gary Perelman, Marcos Serrano, Mathieu Raynal, Celia Picard, Mustapha Derras, and Emmanuel Dubois. 2015. The Roly-Poly Mouse : Designing a Rolling Input Device Unifying 2D and 3D Interaction. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15). 327–336.
- [6] Marcus Tönnis, Florian Echtler, Manuel Huber, and Gudrun Klinker. 2009. Low Cost 3D Rotational Input Devices: the stationary Spinball and the mobile Soap3D. In Proceedings of the 11th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). 263–267.