

## ADAPTATION DES IHM

---

# Rapport de synthèse sur les travaux de recherche

---

Two-Finger 3D Rotations for Novice Users :  
Surjective and Integral Interactions

*Étudiant :*  
Thomas MONTANA

*Enseignant :*  
Anne-Marie PINNA

# 1 Présentation de l'article

## Contexte d'usage

Cet article s'intéresse aux interactions nécessaires pour effectuer des rotations en trois dimensions, dans le cadre d'un écran tactile capacitif de taille réduite comme sur un *smartphone*, effectuées par des utilisateurs novices.

Il s'agit donc de concevoir un système intuitif permettant une grande liberté d'action et, dans le cadre présent, en utilisant au plus deux doigts d'une même main.

## Solutions présentées

Les auteurs s'intéressent à deux techniques d'interaction permettant d'effectuer une rotation sur un objet tri-dimensionnel existantes et l'adaptent à une plateforme fortement spécifiée. Pour s'assurer de la validité de leurs nouvelles techniques, ils formalisent plusieurs critères garantissant une bonne ergonomie et un champ d'action suffisamment étendu :

**Cohérence** : des actions utilisateur similaires devraient entraîner des réactions similaires ;

**Mouvement naturel** : les rotations devraient suivre le sens de mouvement des pointeurs ;

**Transitivité** : les rotations devraient être transitives ;

**Personnalisable** : le ratio mouvement des pointeurs / rotation résultante doit être modifiable ;

**Contrôle intégral** : la rotation peut être effectuée sur les trois axes simultanément ;

**Surjectivité** : il est possible de passer de toute position à une autre en une seule action.

Après évaluation selon ces critères de plusieurs méthodes de rotation 3D classiques, deux techniques d'interactions supérieures en utilisabilité ressortent : Arcball et TAV-Z (Two Axis Valuation + Z). Cependant, ces deux solutions ne répondent pas à suffisamment de critères pour être considérées comme acceptables. On s'intéresse donc dans l'article à une version modifiée d'Arcball et de TAVZ essayant de satisfaire un maximum de ces critères.

### Arcball

Le modèle original de l'Arcball, conçu par Ken Shoemake, fonctionne sur une sphère virtuelle englobant l'objet sur lequel l'utilisateur souhaite travailler. Les opérations sont effectuées directement sur la sphère par projection du pointeur sur sa surface ; en glissant le pointeur l'utilisateur fait tourner la sphère et l'objet contenu. Il est aussi possible d'effectuer une rotation sur l'axe Z uniquement en pointant à l'extérieur de la sphère et en tournant autour de celle-ci.

Le principal problème de ce système étant sa non-surjectivité, une technique dérivée tirant parti des capacités tactiles multipoints de la plateforme cible : le pointeur est ici matérialisé par le milieu des deux points de contact, et la rotation secondaire sur l'axe Z est remplacée par une rotation sur l'axe passant par le centre de la sphère et le pointeur en faisant tourner les deux points de contact.

Cela permet d'effectuer en un seul "geste" les deux opérations et rend donc cette technique surjective et intégrale.

### TAV-Z

La technique "Two Axis Valuator + Z" de Doug Scheurich fonctionne avec deux modes : l'un s'utilise avec un seul point de contact sur l'écran et permet d'effectuer des rotations selon les

axes X et Y. Pour effectuer des rotations selon l'axe Z, l'utilisateur pose un premier doigt pour choisir l'axe parallèle à Z et fait tourner l'objet en glissant un deuxième doigt autour du premier. L'utilisation de deux modes différents montre clairement que le critère d'intégralité n'est pas respecté, et en conséquence celui de surjectivité non plus.

Les auteurs modifient cette technique en n'introduisant qu'un seul mode, utilisé avec deux doigts, où le mouvement du milieu des deux points de contact contrôle les rotations autour des axes X et Y, et l'angle formé par le vecteur initial allant d'un point de contact à l'autre avec le vecteur final contrôle les rotations sur l'axe Z.

Ces modifications permettent de valider les critères d'intégralité et de surjectivité.

## 2 Adaptation des solutions présentées

Dans cet article, les paramètres de l'utilisateur et de la plateforme sont fixes et précis : utilisateur novice, écran mobile multi-touch de petite taille.

Nous nous intéresserons au modèle utilisé pour définir ces interactions au contexte très spécifique afin d'étudier l'adaptabilité des solutions de manipulation d'objets virtuels et comprendre les caractéristiques qu'il apporte à une interaction.

### Modèle extrait

En retirant la contrainte de la plateforme, nous cherchons à adapter les techniques d'interaction pour la rotation d'objets 3D par des utilisateurs novices.

Les critères de validité énoncés dans le contexte de cet article ne sont pas tous spécifiques à la plateforme et peuvent donc être extraits pour mieux définir le modèle, et certains peuvent être généralisés pour être indépendants des plateformes.

### Critères indépendants de la plateforme

Les critères suivants, exposés dans la présentation de l'article, ne sont pas couplés à la plateforme, et nous pouvons conserver ces nécessités dans notre modèle. Ils permettront de s'assurer de la qualité et de l'usabilité de la technique d'interaction.

- Cohérence
- Transitivité
- Contrôle Intégral
- Surjectivité

### Critères liés à la plateforme

Les critères de *mouvement naturel* et *personnalisation du ratio pointeur-rotation* sont rattachés à la notion de pointeur (dans le contexte de l'article, deux doigts de l'utilisateur). Cependant, les plateformes ne fournissant pas de dispositif de pointage sont extrêmement rares et ces contraintes ne restreignent que très peu la liberté dans la plateforme. Au final, on peut dire que le modèle permet une assez grande adaptabilité à la plateforme.

### Garanties du modèle

Les critères constituant ce modèle garantissent plusieurs propriétés à toute technique d'interaction les appliquant. Nottamment, la cohérence de mouvements promet des résultats prévisibles à l'utilisateur.

La possibilité de personnaliser la quantité de mouvement générée par le déplacement des pointeurs

facilitent l'adaptabilité à des plateformes de taille variable, et augmente aussi l'accessibilité par exemple dans des contextes où les possibilités de mouvement pour l'utilisateur sont restreintes. De plus, la possibilité de changer ce ratio permet de choisir le degré de précision de l'interaction et s'adapte donc à un utilisateur plus spécialisé.

Enfin, la conjonction de l'intégralité et de la surjectivité font de cette interaction une *manipulation directe*, impliquant des opérations rapides (l'utilisateur peut passer d'un état à l'autre en un seul mouvement), incrémentales et réversibles : l'utilisateur peut ajuster ses actions en continu et revenir sur celles-ci en cas d'erreur.

En somme, nous obtenons un modèle compatible avec de nombreuses plateformes, ainsi qu'un grand spectre d'utilisateurs, puisqu'il est facile à comprendre et naturel à utiliser, tout en fournissant une précision ajustable et une grande efficacité.

Ces critères concrets et facilement testables au moment de la conception d'une technique d'interaction permettent de s'assurer de sa bonne usabilité et lui confèrent une assez bonne adaptabilité sur l'axe de la plateforme, ainsi que sur le niveau de familiarité de l'utilisateur avec les technologies (facile à utiliser pour un novice sans sacrifier la précision).

## Avis personnel

Ce modèle permet de concevoir des techniques d'interactions semblant naturelles pour l'utilisateur novice et lui offrant un contrôle total sur l'objet manipulé. Il confère également une précision suffisante pour atteindre un angle particulier.

Cependant, il n'est peut-être pas adapté à un contexte professionnel, car sa limitation à un seul mode (contrôle intégral) peut rendre difficile la rotation de l'objet selon un seul axe qui est par exemple indispensable dans le domaine de la modélisation 3D.

Si ce modèle n'est pas très flexible dans son domaine d'application (pas adapté dans le cas où la manipulation d'objet correspond à la tâche principale dans un environnement professionnel), il offre une grande adaptabilité dans les plateformes ainsi que dans l'expérience de l'utilisateur, et se prête parfaitement à des tâches ne nécessitant pas de précision très avancée. La courbe d'apprentissage étant par "définition" très courte, on peut appliquer ce modèle dans la conception d'applications de type non-professionnel, comme par exemple une application grand-public pour smartphone ou un site de vente en ligne qui proposerait aux utilisateurs de visualiser un produit très simplement.