

OBJETOS 3D EN PANTALLAS TÁCTILES INTERACTUANDO DE GESTOS A ACCIONES

3D OBJECTS ON TOUCH SCREENS INTERACTING FROM GESTURES TO ACTIONS

ALEXANDRA ABUCHAR PORRAS
VICTOR MANUEL FORERO
SANDRA YANET VELAZCO

Resumen

En los últimos años se han investigado métodos de interacción para la manipulación de objetos y la navegación en escenas 3D en pantallas táctiles, pero dado el rápido crecimiento de la tecnología, y la dificultad de manipular los 6 grados de libertad en las pantallas táctiles no se tiene un consenso del método de interacción. En el trabajo se explora un enfoque que permite utilizar diversas técnicas de interacción en las pantallas multi-toque de forma sencilla, esto lo hace reconociendo la entrada en la pantalla como gestos y asignándolos a acciones en la escena, como caso de estudio se utiliza la librería BIAS, verificando la flexibilidad y facilidad para utilizar diversas técnicas de interacción.

Palabras clave: Gestos, Grados Libertad (GDL), interacción, objetos3D, Pantalla táctil,

Abstract

In recent years, there has been researches about methods of interaction for 3D objects manipulation and navigation in 3D scenes in touch screens; but with a constant and fast growth in new technologies and the difficulty of manipulating the six degrees of freedom in touch screens, there is not a consensus about an effective interaction method. It explores approach that allows using several interaction methods in multi-touch screens, in an easy way, recognizing input in the screen as gestures and assigning actions in the 3D scene using the BIAS library. The results show the flexibility and ease to use different interaction techniques.

Key words: Freedom Degrees (GDL), Gestures, interaction, Touchscreen, 3D objects.

Introducción

Las técnicas tradicionales de manipulación en 3D están diseñadas principalmente para dispositivos de entrada de hasta dos grados de libertad (por ejemplo el mouse) [16, 17], pero las pantallas táctiles permiten múltiples entradas simultáneas, que ofrecen un ancho de banda de entrada adicional y por lo tanto ofrecen soluciones más eficaces para la manipulación de objetos 3D y el punto de vista [1], pero esto aún no se ha aprovechado y la manipulación táctil aun es más lenta comparada con la del mouse [2].

Una de los objetivos específicos en una escena 3D es la selección de objetos y manipulación directa [5,16]. Las técnicas de interacción para la manipulación 3D incluyen tres acciones fundamentales:

- Traslación de objetos (posicionamiento)
- Rotación de objetos
- Escalamiento de objetos

Otra operación representativa en la escena 3D es la navegación la cual consiste en mover el punto de vista del usuario a través de una escena [15]. La manipulación 3D a menudo implica el control de los seis grados de libertad (6GDLs):

- Tres para la traslación independiente a lo largo de los ejes X, Y y Z
- Tres para la rotación independiente sobre los ejes X, Y y Z.

En las pantallas multi-toque se requiere que la entrada sea reducida y asignada de forma que se puedan manejar los 6 grados de libertad, reducir la entrada no es un problema simple, debido principalmente a la falta de correspondencia entre la estructura de entrada separable del dispositivo y el carácter integral de la manipulación 3D [18, 20, 22].

Existen varias técnicas para controlar los 6GDL en pantallas táctiles [9, 12, 20, 21], donde cada acción es asociada a una entrada definida, pero en contextos dinámicos es necesario en ocasiones modificar las acciones o cambiar la acción asociada a una entrada determinada.

El definir la interacción intuitiva en pantallas táctiles es un proceso complejo ya inciden diversos factores como mostro A. Ingram [14], el autor realiza un resumen de dominios para determinar el nivel de consenso entre los investigadores, desarrolladores, comerciales y el público en general para determinar qué gestos multi-toque son intuitivos, encontrando que existe poco consenso para el manejo multi-toque y propone cinco aspectos que se deben tener en cuenta para crear interacciones intuitivas, mientras que Marchal [19] propone una metodología basada en principios cognitivos para crear técnicas de navegación 3D intuitivas.

A diferencia de los enfoques anteriores este trabajo explora una solución más práctica en la cual se busca asociar gestos a acciones y así poder crear aplicaciones intuitivas según la tarea a realizar. La idea principal hace referencia a los eventos de entrada de la pantalla multi-toque y las acciones definidas por el usuario se puedan reunir en eventos de alto nivel.

Las acciones fundamentales mencionadas por Jankowski [16], con las que se manipula un objeto arbitrario y el punto de vista, se implementen en función de los grados de libertad. En este trabajo se presenta un enfoque en la cual es posible asignar entradas determinadas a acciones predefinidas en forma personalizada para la manipulación de objetos y el punto de vista en escenas 3D de forma que se pueden desarrollar escenas 3D con interacción multi-toque de forma fácil además de permitir experimentar con diversos métodos de interacción. El artículo primero hace una revisión de literatura de la interacción 3D en pantallas táctiles a continuación presenta se realiza el

manejo de acciones con gestos, además se describe la idea presentada y por último los resultados obtenidos donde se implementan los métodos presentados en la literatura, al final están conclusiones del trabajo realizado y el trabajo futuro.

Interacción 3d táctil

Las técnicas tradicionales de manejo en 3D están diseñadas principalmente para dispositivos de entrada de un solo punto y permiten a los usuarios controlar uno o dos grados de libertad (GDL) en una sola interacción y seis GDL secuencialmente [18], lo cual es particularmente beneficioso para la manipulación 3D restringido a un determinado eje o plano. Sin embargo, tales técnicas típicamente requieren cambios explícitos, de modo que no son muy convenientes para las transformaciones complejas.

Investigadores han propuesto diversas técnicas para controlar los 6GDL, de forma parcial según la entrada se mapea a unos GDL determinados, o totalmente integrada que la entrada siempre se mapea para manejar los 6GDL.

La técnica Screen-Space propuesta por Reisman *et al.* [21] Controla 6 grados de libertad de modo integral, calculando simultáneamente los parámetros de translación y de rotación a través de una optimización de mínimos cuadrados, minimizando el error entre la proyección de los puntos de contacto (es decir, posiciones de los dedos en la pantalla 2D) y sus posiciones de destino correspondiente (es decir, los puntos 3D tocadas por los dedos).

Hancock *et al.* Presento la técnica Shallow-Depth [11], que sólo admite la manipulación de cinco GDL, y después introdujo la técnica Sticky Tools [12] para el control 6GDL, basado en una integración parcial de los GDL. Sticky Tools integra la rotación alrededor del eje Z y la translación a lo largo de los ejes X, Y y Z, controlados por dos dedos de forma directa, y por

aparte integra la rotación en los ejes X y Y utilizando un tercer dedo.

Mientras que las técnicas como Sticky Tools proponen una manera de separar los GDL de la tarea de manipulación 3D, otras técnicas como el Screen-Space presentan un método para integrarlas. Sin embargo, la dificultad en encontrar aspectos en común hace que sea difícil comparar los dos enfoques [20]. Martinet *et al.* Presenta otra técnica de manipulación de los 6GDL llamado DS3 (Depth-Separated Screen-Space) [20], que separa los GDL para la translación de la de rotación. El control separado se logra mediante el análisis del carácter directo de los dedos individuales. Más específicamente, dos o más dedos directos indican el modo para el control de los tres GDL para la rotación de forma integral, lograda sobre la base de una variante del método de Screen-Space. Jingbo Liu *et al.* [18] presenta una técnica para la manipulación 3D solo con dos dedos, separando las translaciones y la rotación en Z con el movimiento simultaneo de los dedos y las rotaciones en X y Y con un dedo fijo y uno en movimiento.

Se han presentado técnicas relevantes para el manejo táctil de los entornos 3D, implementar estos métodos puede ser complejo en diversos campos y como mostro Ingram [8] casi siempre se opta por realizar una implementación propia. La idea que presentamos facilitara la implementación de las técnicas buscado que se realice de forma rápida y simple.

Manejo de acciones con gestos

Los gestos Rotate-Scale-Translate (RST) se han convertido en el estándar de facto para la interacción en dos dimensiones (2D) [3, 4,6]. Sin duda los gestos multi-touch están estandarizados en los sistemas multi-touch comerciales, por ejemplo, Apple iOS, Windows Phone 7 y sistemas operativos móviles Android, soportan gestos determinados por defecto [14]. La mayoría de estos gestos están disponibles para que los

desarrolladores de aplicaciones los puedan utilizar como lo deseen, dando como resultado que la interacción en las aplicaciones pueda ser confusa.

Hay un cierto nivel de consenso entre los diseñadores [14]. Los gestos más ubicuos son un toque de un dedo, el cual imita la pulsación de un botón, el clic de un ratón y el drag de un dedo, a menudo utilizado para el movimiento de objetos o la vista de la cámara.

Basado en lo anterior se utilizarán como punto de partida los siguientes gestos, cualquiera de estos se le puede asignar a las acciones.

- Tap en la cual se toca la pantalla táctil y se levanta el dedo en un corto tiempo.
- Drag el cual es desplazar uno o más dedos por la pantalla a la vez.
- Pinch el cual es acercar o alejar los dedos.
- Rotate el cual es girar lo dedos a la vez, para evitar confusiones con la acción de rotar este gesto lo llamare Turn.

Para asignar gestos a acciones es necesario que estos gestos sean visiblemente separables, dado que si no son separables no tendría sentido asignar acciones, ya que no se sabría cual acción se debe realizar.

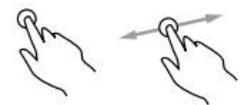
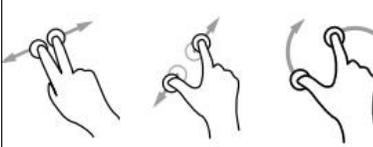
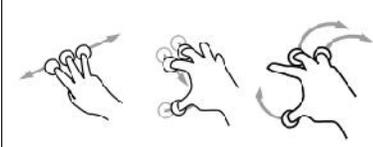
Cada uno de estos gestos tiene diversos atributos, como el movimiento, tiempo y número de contactos, por lo cual para determinar eventos generales se reducen a unos parámetros determinados y según esta reducción se le puede asignar una acción de hasta cierto grado de libertad.

- La entrada de un punto de contacto se reduce a la posición X y Y del mismo, por lo cual se puede tener un máximo de dos grados de libertad.
- Con dos puntos de contacto y al utilizar técnicas como la DS3 [20] se puede tener un máximo de tres grados de libertad, pero

también se puede realizar analogías para manejar dos grados de libertad, por ejemplo, calculando la distancia entre los puntos de contacto

- Con tres puntos de contacto y al emplear la técnica Screen-Space [21] que integra los grados de libertad se puede manejar los seis grados de libertad, pero también se pueden realizar analogías para manejar menos grados de libertad.

Tabla 1. Clasificación de gestos según el número de contacto y relacionada con el GDL que puede manejar para el enfoque.

contacto	Gesto	Máximo GDL
1	 Tap Drag	2GDL
2	 Drag Pinch Turn	3GDL
3	 Drag Pinch Turn	6GDL

La clave es que las acciones fundamentales que presenta Jankowski [16], con las que se manipula un objeto arbitrario y el punto de vista, se implementen en función de los grados de libertad, por ejemplo, una translación en el eje X se realiza sobre el grado de libertad del eje X, pero al rotar el objeto en los ejes X y Y mientras se traslada se realiza sobre los seis grados de libertad al tiempo. Las acciones que se realizarán serán las tres acciones fundamentales: la traslación de objetos (posicionamiento), rotación de objetos y el escalamiento de objetos.

El comportamiento de las acciones depende de cómo se realizó la reducción. Al incluir diversos trabajos relacionados, la asignación se relaciona tanto del gesto como de la acción establecida, de esta forma una acción de 2GDL no se asignará igual a una de 3GDL y se espera que no utilicen los mismos gestos.

Al clasificar el gesto se verifica si se tiene una acción definida para este, dependiendo si es un objeto o el punto de vista. Si se tiene una acción asignada se realiza una reducción según los grados de libertad de la esta.

La asignación de acciones de 6GDL integra totalmente los GDL, resolviendo simultáneamente los parámetros de translación y de rotación como Screen-Space. Si la acción es de 3GDL se debe separar la translación de la rotación como DS3. Si la acción es de 2GDL o menos se puede manejar por separación de cada GDL.

Resultados

Se desarrolló la implementación utilizando la librería BIAS (Bogus-Input Action-Selector) [7] en el cual los eventos de entrada de hardware y las acciones definidas por el usuario se puedan reunir en eventos virtuales basados en el grado de libertad, denominados Bogus-Event y esta se complementa con ProScene realiza el manejo grafico utilizando Processing [8].

Las acciones utilizadas en BIAS son un conjunto de acciones predefinidas (pre-implementado) cuyos parámetros se pueden asignar desde diferentes mecanismos de interacción, sólo de acuerdo a sus grados de libertad. Se definió un manejo de entradas táctiles de Androide en este se define una forma por defecto de interacción de esta forma se da un manejo básico para las escenas creadas en la plataforma en Android.

Para probar la funcionalidad se recrearon las técnicas para la manipulación de objetos y el punto de vista en escenas 3D

- Turn&Roll,
- Sticky tools
- The DabR.

Turn&roll

La técnica Turn&Roll [13] combina la metáfora de “rotación de la mesa” común mente usada en la edición de 3D con la rotación del eje Z. Los dos diferentes modos se realizan con el cambio en el número de dedos tocando el objeto: el movimiento horizontal de un dedo rota sobre Y, el movimiento vertical rota sobre X y con dos dedos girando se rota sobre Z. Con dos dedos se realiza la traslación en X/Y y pinch para la translación en z. De forma que con dos dedos se logra el control de 4GDL y con un dedo 2GDL. Esta es una técnica simple para el manejo de objetos en la figura 1 se representa la asociación de y el código utilizado es sencillo como se muestra.

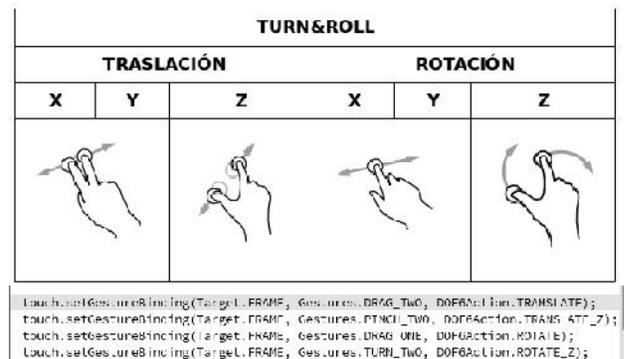


Figura 1. Representación de acciones asignada a los gestos para interacción con la técnica Turn&Roll. Algoritmo Asignación de Acciones.

Fuente: Autores

Sticky tools

Sticky tools es una combinación de tres conceptos: sticky finger, opposable thumbs, y virtual tools [12]. Sticky finger y opposable thumbs proporcionan una forma para seleccionar y manipular un objeto virtual 2D o 3D, virtual tools provee una interacción más compleja como cambiar las propiedades del objeto (por ejemplo,

densidad, color) el alcance del trabajo no cubre virtual tools.

- Sticky finger se basa en la técnica de interacción multi-toque 2D, donde con dos dedos se mueve / rota / escala y lo extiende a 3D. En 2D se provee el movimiento (en X y Y), giro (rotar sobre Z) y escalar. Al extender el movimiento y giro se pueden asignar directamente de forma que al mover el dedo se mueve el objeto y al rotar los dedos uno respecto al otro el objeto gira. En 3D se necesita lift y flip, la distancia entre los dedos se utiliza para proveer el lift de forma que al alejar o acercar los dedos el objeto se acerca o aleja del punto de vista.
- Opposable thumbs es el concepto de utilizar un tercer dedo para rotar el objeto sobre X y Y (flip) de forma que provee el control de todos los 6GDL.
- Sticky tools es uno de los métodos representativos para la manipulación de objetos en las pantallas táctiles, los gestos para manipular los objetos se ven en la figura.

STICKY TOOLS					
TRASLACIÓN			ROTACIÓN		
X	Y	Z	X	Y	Z

```
touch.setGestureBinding(Target.FRAME, Gestures.DRAG_ONE, DOFAction.TRANSLATE);
touch.setGestureBinding(Target.FRAME, Gestures.PINCH_TWO, DOFAction.TRANS_AFF_2);
touch.setGestureBinding(Target.FRAME, Gestures.FUNCTION_HOLD, DOFAction.IDIAL);
touch.setGestureBinding(Target.FRAME, Gestures.TURN_TWO, DOFAction.ROTATE_Z);
```

Figura 2. Representación de acciones asignada a los gestos para interacción con la técnica Sticky tools. Algoritmo Asignación de Acciones.

Fuente: Autores.

The dabr

The DabR es una propuesta de sistema multi-toque para navegación intuitiva en escenas 3D [10], el cual presenta unos gestos multi-toque de manipulación de la cámara. Los gestos son: Mover

un dedo produce un movimiento horizontal / vertical de la cámara alrededor de su actual punto de vista. El uso de dos dedos permite mover la cámara. Si los dos dedos se separan el uno del otro, se lleva a cabo la función de zoom.

THE DABR				
TRASLACIÓN			ROTACIÓN	
X	Y	Z	X	Y

Figura 3. Representación de acciones asignada a los gestos para interacción con la técnica The DabR.

Fuente: Autores

La implementación se puede ver en la figura 4

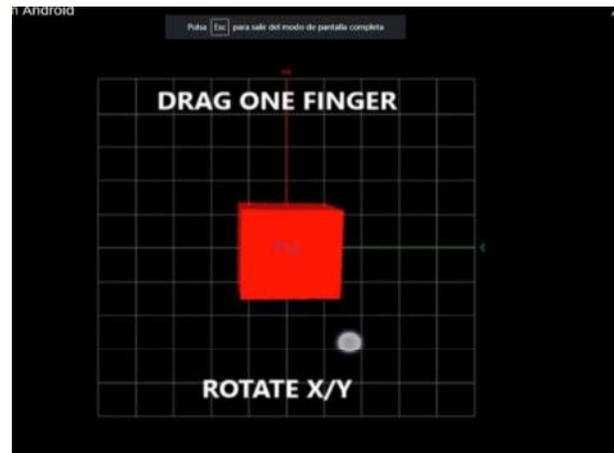


Figura 4. Drag One Finger

Fuente: Autores

Conclusiones

En definitiva, la manipulación de objetos en escenas 3D, se puede abordar desde un enfoque en cual se asignan las acciones a los gestos determinados de esta forma se puede volver más personalizada la interacción con el entorno.

En este trabajo se presentó una implementación de esta idea con algunos gestos y acciones

predefinidas en Android, pudiendo recrear algunos métodos de la literatura con pocas líneas de código con un rendimiento a la vista aceptable. Con la implementación realizada se podrían crear aplicaciones con interacciones determinadas por el usuario e investigar de forma más versátil la Interacción hombre Computador.

Al realizar la asignación de gestos a acciones se crea un método que permite investigar la interacción en entornos virtuales 3D en pantallas táctiles desde otra perspectiva.

Es necesario ahondar en trabajos de este tipo para permitir una interacción con objetos 3D, con los usuarios y estos puedan manipularlos de modo más natural, puesto que la combinación de la interacción táctil y la gestual permiten que la experiencia del usuario sea más amigable. Teniendo en

Teniendo en cuenta lo expuesto el diseño intuitivo cuenta con características específicas como: diseño de la interfaz la cual debe ser comprensible y de fácil operación en donde no medie el pensamiento y esté relacionada con algo que ya se conoce.

Trabajo futuro

La implementación realizada se puede extender para poder reconocer más gestos y tener mayor interactividad, por ahora solo maneja gestos “online”, pero se puede extender para reconocer gestos “offline” para realizar algunas tareas específicas. Así mismo se pueden realizar pruebas de usabilidad validando si la interacción del usuario mejora.

Referencias

[1] Au, O. K. C., Tai, C. L., & Fu, H. (2012, May). Multitouch gestures for constrained transformation of 3d objects. In Computer

Graphics Forum (Vol. 31, No. 2pt3, pp. 651-660). Blackwell Publishing Ltd.

[2] Besançon, L., Issartel, P., Ammi, M., & Isenberg, T. (2016). Usability Comparison of Mouse, Touch and Tangible Inputs for 3D Data Manipulation. arXiv preprint arXiv:1603.08735.

[3] Benzina, A., Dey, A., Tönnis, M., & Klinker, G. (2012, August). Empirical evaluation of mapping functions for navigation in virtual reality using phones with integrated sensors. In Proceedings of the 10th asia pacific conference on Computer human interaction (pp. 149-158). ACM.

[4] Bergé, L. P., Serrano, M., Perelman, G., & Dubois, E. (2014). Exploring Smartphone-Based Interaction with Overview+ Detail Interfaces on 3D Public Displays.

[5] Bowman, D. A., Kruijff, E., LaViola Jr, J. J., & Poupyrev, I. (2004). 3D user interfaces: theory and practice. Addison-Wesley.

[6] Buchanan, S., Floyd, B., Holderness, W., & LaViola, J. J. (2013, October). Towards user-defined multi-touch gestures for 3D objects. In Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces (pp. 231-240). ACM.

[7] Charalambos, J. (2016). BIAS. [online] GitHub. Available at: <https://github.com/nakednous/bias> [Accessed 27 Nov. 2016].

[8] Charalambos, J. (2016). ProScene - Jean Pierre Charalambos. [online] Nakednous.github.io. Available at: <http://nakednous.github.io/projects/proscene/> [Accessed 27 Nov. 2016].

[9] Cohé, A., Dècle, F., & Hachet, M. (2011, May). tBox: a 3d transformation widget designed for touch-screens. In Proceedings of the SIGCHI

Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 3005-3008). ACM.

[10] J. Edelmann, A. Schilling, and S. Fleck. The dabr-a multitouch system for intuitive 3d scene navigation. In 3DTV Conference: The True Vision-Capture, Transmission and Display of 3D video, 2009, pages 14. IEEE, 2009.

[11] Hancock, M., Carpendale, S., & Cockburn, A. (2007, April). Shallow-depth 3d interaction: design and evaluation of one-, two-and three-touch techniques. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 1147-1156). ACM.

[12] Hancock, M., Ten Cate, T., & Carpendale, S. (2009, November). Sticky tools: full 6DOF force-based interaction for multi-touch tables. In Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (pp. 133-140). ACM.

[13] M. Herrlich, B. Walther-franks, and R. Malaka. Integrated Rotation and Translation for 3D Manipulation on Multi-Touch Interactive Surfaces. Pages 146154, 2011

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

Alexandra Abuchar Porras: Ingeniera de Sistemas – Universidad Antonio Nariño – Colombia. Especialista en multimedia para la docencia – Universidad Cooperativa de Colombia – Colombia. Especialista en Docencia Universitaria – Universidad Cooperativa de Colombia – Colombia. Magíster en informática para la educación – Universidad Cooperativa de Colombia – Colombia. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. aabucharp@udistrital.edu.co; alexandraabuchar@yahoo.com.mx

Victor Manuel Forero: Ingeniero de Sistemas – Universidad Nacional de Colombia – Colombia. Especialista en Ingeniera de Software – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Profesional Universitario 2,

ICETEX, vmforerop@unal.edu.co, merkkien@gmail.com

Sandra Yanet Velazco: Ingeniera civil – Universidad Francisco de paula Santander – Colombia. Especialista en Sistemas de Información Geográfica – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. Doctora en Sistemas de Información Geográfica – Universidad Pontificia de Salamanca – España. Profesional especializado Decanatura Facultad Ingeniería – Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia. sandra-velazco@yahoo.com.co