

# Estudio de Usabilidad de una Interfaz Gestual Basada en Visión

Pere Ponsa, Carlos Urbina, Cristina Manresa-Yee y Ramon Vilanova

## Resumen

*Es conocido que las interfaces basadas en visión hacen uso de gestos para la comunicación del usuario con el sistema interactivo sin la necesidad de dispositivos que requieran contacto físico. La definición y uso de estos gestos debe ir acompañada de una valoración del confort físico del usuario. Para ello es necesario desarrollar sesiones experimentales de laboratorio que puedan después servir de base a sistemas interactivos en entornos reales. En concreto, el sistema que se considera parte del uso del sensor Kinect, el algoritmo que permite controlar la aplicación, denominado Kinect Mouse, y como aplicación la visita virtual al Museo del Ferrocarril de Catalunya. Los resultados preliminares indican que mediante diversas iteraciones, el sistema inicial puede rediseñarse fácilmente para facilitar un mejor uso, aumentar la precisión para alcanzar objetivos y suavizar el movimiento de los brazos del usuario para minimizar el esfuerzo físico.*

## Palabras claves

Interfaces basadas en visión, usabilidad, gestos, validación

# 1. Introducción

**E**n el ámbito de las interfaces basadas en gestos, y en concreto las configuradas mediante el sensor Kinect, existe una investigación emergente. Por ejemplo, Pino et al., demuestran la evaluación del rendimiento en tareas de posicionamiento en aplicaciones 2D y 3D mediante el sensor Kinect (Pino et al., 2013). Este artículo está basado en la metodología del estándar ISO 9241-9 (aplicación de la ley de Fitts, tarea de indicación multidireccional) y muestra que el rendimiento para tareas 3D usando el sensor Kinect es mejor que en el uso del ratón convencional para esa misma tarea (ISO, 1998). Si bien en este artículo la experiencia de usuario se presenta mediante un estudio experimental sobre siete participantes (medida del tiempo necesario para completar la tarea), sin embargo, la usabilidad no es medida. Por su parte, el investigador Parra ha desarrollado un estudio comparativo para dispositivos de entrada no convencionales (entre los cuales también está el sensor Kinect) en entornos virtuales (Parra, 2012). Este trabajo está basado también en la metodología del estándar ISO 9241-9 (aplicación de la ley de Fitts, tarea de indicación multidireccional). Además de la medida del rendimiento, este autor añade información cualitativa sobre la fatiga física de la mano y el dedo a partir de la recogida de respuestas al cuestionario sobre evaluación de la comodidad del Anexo C de la norma estándar ya citada. Bailly et al., muestran una nueva panorámica a los estudios de gestos de la mano y aplicaciones usables (Bailly et al., 2012). Este trabajo está basado en la metodología del estándar ISO 9241-9 (aplicación de la ley de Fitts, tarea de indicación multidireccional). Para medir la demanda física de la tarea utilizan el cuestionario sobre evaluación de la comodidad del Anexo C de la norma estándar ya citada. Los resultados vienen acompañados de un estudio en el que se mide experiencia de usuario y usabilidad. A estas



medidas se añade la valoración de la carga mental en la tarea mediante el cuestionario NASA-TLX y la valoración de aceptabilidad social mediante otro cuestionario. Schwaller et al., miden el efecto de la selección de estrategias en el esfuerzo y el rendimiento de tareas de posicionamiento con la mano alzada. De nuevo, se utiliza la metodología del estándar ISO 9241-9 (aplicación de la ley de Fitts, tarea de indicación multidireccional) al cual se añade un estudio de usabilidad con 12 usuarios obteniendo información estadística sobre el rendimiento a partir de las respuestas cuestionario sobre evaluación de la comodidad del Anexo C de la norma estándar ya citada. En un trabajo previo de los autores de este artículo, (Manresa-Yee et al, 2013) se compilan los diversos factores de usabilidad u métricas para las interfaces basadas en visión y se presenta una clasificación de estos factores atendiendo a los atributos especificados en la norma ISO 9241-11 Ergonomics Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) Part 11: Guidance on usability”: o sea efectividad, eficiencia y satisfacción (ISO, 199b). Así, la estructura del presente artículo es la que sigue. En la sección dos se explican los métodos, herramientas y detalles de la preparación de la sesión experimental en condiciones de laboratorio. En la sección tres se detalla los aspectos de usabilidad en función de los factores mencionados de efectividad, eficiencia y satisfacción. Y como conclusiones se muestra el estado del trabajo presentado, detalles de mejora y posibilidades de continuación futuras. El propósito de este artículo es desplegar los factores de usabilidad y métricas para tareas de interacción gestual en las que se utiliza el sensor Kinect como dispositivo de entrada no convencional.

## 2. Materiales Y Métodos

A continuación se muestra el sistema interactivo empleado y la sesión experimental en condiciones de laboratorio.

## 2.1 Sistema interactivo

El sistema está formado por el sensor Kinect, la herramienta Kinect Mouse y una aplicación proyectada sobre la pared del laboratorio (visita virtual al Museo del Ferrocarril de Catalunya (Grande, 2014). La visita virtual presenta una pantalla principal que está dividida en dos partes. En la parte superior se muestra el menú de pantallas de forma original mediante un tren formado por cinco vagones, cada uno de los cuales con diversas subpantallas que muestran espacios o equipos del Museo (en la parte central una vez seleccionado por el usuario). La navegación del usuario a través de menús y pantallas (en las que puede realizar una vista panorámica y cambiar la orientación) permite una comprensión de los espacios interiores y exteriores del museo, y de la evolución de la industrialización en el territorio y su extensión a sistemas ferroviarios de otros países. A modo de vínculo con el usuario, el dispositivo de entrada no convencional está formado por el sensor Kinect y las librerías Kinect for Windows SDK 1.8, junto al programa Microsoft Visual Studio Express 2012 (Microsoft, 2014). Existen diversas modalidades de programación del sensor, como por ejemplo utilizando Open NI, pero en este artículo se ha optado por empezar de forma básica. Al sensor Kinect se le añade el Kinect Mouse Cursor desarrollado por CodePlex. Este algoritmo permite el seguimiento de los gestos de los brazos para convertirlos en el control del puntero en pantalla, tal como se realizaría con un ratón convencional pero en este caso utilizando el movimiento de partes del cuerpo del usuario (CodePlex, 2014). Al levantar y bajar el brazo izquierdo se está realizando la acción de click del ratón convencional; al mover el brazo derecho de izquierda a derecha o viceversa, se está posicionando el puntero en pantalla.

## 2.2 Sesión experimental

La sesión experimental se lleva a cabo en febrero de 2014. Los usua-





**Fig 1.** Detalle de visita virtual al Museo. Arriba el tren-menú, en el centro detalles de espacio interior (izquierda) y locomotoras reales (derecha), abajo menú auxiliar para modificar la vista panorámica (aunque también puede cambiarse la vista directamente sobre la pantalla central)

rios proceden del programa de movilidad International Design Project Semester asociados al centro universitario de los dos primeros autores de este artículo (4 hombres, 5 mujeres) con edades comprendidas entre 21 y 24 años.

### 2.2.1 Procedimiento

La supervisión de la tarea experimental es llevada a cabo por el técnico que prepara y calibra la instrumentación y el facilitador de la tarea que explica la actividad a realizar y ayuda al usuario en caso de necesidad. Al inicio de la sesión, el facilitador explica el uso del sistema, cual es la posición del usuario delante del sensor (aproximadamente 3 metros). El facilitador muestra cómo se usa el sistema mediante el movimiento de ambos brazos y observa que los gestos son comprendidos y bien usados por los usuarios. A continuación el facilitador explica la instrucción que consiste en llevar a cabo de forma consecutiva dos tareas:

### Tarea 1 (tiempo estimado: 120 s)

Presiona la luz verde y selecciona el vagón número cinco del tren-menú

Por favor, escoge la segunda ventana del vagón 5. Puedes moverte en esta pantalla emergente cambiando la vista panorámica

Presiona otra vez la luz verde y selecciona el vagón número 1

Por favor, escoge la segunda ventana del vagón 1. Puedes moverte en esta pantalla

### Tarea 2 (tiempo estimado 120 s)

Por favor, navega libremente por el tren-menú y accediendo a diversas pantallas de la visita virtual del Museo.

Al final de estas tareas, el facilitador procede a que el usuario responda el cuestionario System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996), y a continuación el usuario responde el cuestionario de evaluación de la comodidad (Anexo C de la norma ISO 9241-9) (ISO, 1998).

## 3. Resultados

Una breve definición de los factores de usabilidad:

- **Efectividad** se refiere al rendimiento de las tareas, a la precisión con la que el usuario cumple con sus objetivos.
- **Eficiencia** es la cantidad de esfuerzo necesario para conseguir el nivel de efectividad en el cumplimiento de los objetivos. La eficiencia es la relación entre el nivel de efectividad y el consumo de recursos.
- **Satisfacción** se refiere al confort del usuario en la utilización del sistema.



## 3.1 Efectividad

La efectividad de una VBI se suele evaluar en base a la precisión y el ratio de errores, siendo ambas métricas cuantitativas.

### 3.1.1 Precisión y Ratio de Errores

La precisión es el grado de exactitud en el reconocimiento de los gestos realizados por el usuario. Este factor está relacionado con la robustez y la precisión de las técnicas de visión por ordenador. Se trata de un factor que suele utilizarse frecuentemente en las evaluaciones y es un indicador de la unicidad del gesto (Barclay et al., 2011), es decir, si un gesto es parecido a otro, el sistema puede malinterpretarlo y llevar a cabo una acción equivocada.

Los errores están relacionados con la precisión. Se pueden distinguir dos tipos de errores:

- Gestos malinterpretados dentro del conjunto de gestos posibles debido a la falta de unicidad.
- Gestos que no se entienden debido a la falta de robustez de las técnicas de visión por ordenador.

Un gesto que no se reconoce requiere repetición, pero un gesto que se malinterpreta ha de ser corregido. En este caso, ambos parámetros deberían ser evaluados individualmente. Una métrica que se usa con frecuencia para evaluar la precisión es el número de gestos reconocidos correctamente en base al número de gestos realizados (Waldherr, 2000). En este artículo se presenta una nueva métrica a partir de la anterior. A diferencia de la anterior, la nueva métrica no está relacionada con la robustez del algoritmo de las técnicas de visión por computador sino con el punto de vista del facilitador en observar cómo el usuario lleva a cabo la acción.

Durante la sesión experimental se registra mediante fotografías y un breve video las acciones del usuario con la finalidad de identificar los gestos del usuario con los gestos útiles que se desarrollan con Kinect Mouse (esto a falta de automatizar este proceso de identificación). Usando Kinect Mouse los gestos útiles son: movimiento del brazo derecho a derecha o izquierda, lo que permite el desplazamiento del puntero en pantalla a lo largo del eje horizontal, y subir/bajar el antebrazo izquierdo para desarrollar la acción de click de ratón (sobre botón izquierdo en ratón convencional). La combinación de los gestos hechos con los brazos, por ejemplo antebrazo izquierdo arriba y brazo derecho hacia la derecha, permite al usuario modi-

User	T1	T2	a<1	Help	<u>Effe</u>
U1	x	ok	Yes (0,67)	No	Medium
U2	ok	ok	Yes (0,80)	Yes	Medium
U3	ok	ok	No (1)	No	High
U4	x	x	Yes (0,67)	Yes	Low
U5	x	ok	Yes (0,67)	No	Medium
U6	ok	ok	Yes (0,67)	No	Medium
U7	ok	ok	No (1)	No	High
U8	x	ok	Yes (0,57)	Yes	Low
U9	x	ok	Yes (0,57)	Yes	Low

**Tabla 1.** Efectividad en la tarea (Effe). Cuando una tarea se realiza de forma correcta (ok), una tarea de forma incorrecta (x), a<1 significa que el usuario ha realizado algún gesto incorrecto, help es la variable que mide si el usuario pide o no ayuda al facilitador.

ficar la vista panorámica de la escena a lo largo de la dirección horizontal.





La precisión para la medida de los gestos útiles, es decir, aquellos gestos que se consideran correctos, se obtiene a partir de la ecuación Eq 1:

$a = n_{\text{(gestos)}} / n_{\text{total}}$  (Eq.1) Donde  $n_{\text{(gestos)}}$  es el número de gestos reconocidos por Kinect Mouse y el sensor Kinect: 4 (antebrazo izquierdo arriba, antebrazo izquierdo abajo, brazo derecha en dirección a la derecha, brazo derecho en dirección izquierda), y  $n_{\text{total}}$  es el número total de gestos que realiza el usuario. En esta medida de los gestos no se está calculando la frecuencia, es decir, el número de veces que el usuario está haciendo un gesto en concreto. Como ejemplo de aplicación de la ecuación Eq 1, para los usuarios 3 y 7 ese valor de precisión  $a$  es de 1: estos usuarios no realizan gestos incorrectos. Para los usuarios 8 y 9, ese valor de precisión es de 0,57: a veces estos usuarios realizan tres gestos incorrectos mezclados con los correctos.

La efectividad en la tarea está relacionada con la taxa de éxito. En este contexto, la efectividad en la tarea es alta (igual a 1) cuando las tareas 1 y 2 son realizadas correctamente, no hay gestos incorrectos ( $a=1$ ) y el usuario no necesita ayuda del facilitador. La efectividad en la tarea es media cuando una de las tareas se realiza de forma incorrecta, algunos gestos son incorrectos ( $a<1$ ) y el usuario pide ayuda al facilitador. La efectividad en la tarea es baja cuando las dos tareas se han realizado de forma incorrecta, algunos gestos son incorrectos ( $a<1$ ) y el usuario pide ayuda al facilitados (derivado de pobre comprensión de la instrucción, pobre coordinación del movimiento de brazos).

### 3.2 Eficiencia

En la validación de la eficiencia se utilizan diferentes métricas tales como el esfuerzo físico y mental del usuario, la duración del gesto, la facilidad con la que el gesto se aprende (learnability) o la facilidad con la que se recuerda (memorability).

### 3.2.1 Fatiga física



**Fig 2.** Usuario 2. Postura incorrecta del brazo derecho extendido completamente de forma rígida hacia el sensor. El brazo izquierdo está posicionado al límite del alcance vertical del brazo y en una postura que provoca fatiga.

Cuando la interacción se realiza mediante movimientos corporales puede aparecer cansancio o fatiga, especialmente si el gesto requiere un esfuerzo físico. Las órdenes gestuales deben ser concisas, rápidas y, para minimizar el esfuerzo, se deben evitar los gestos que requieran mucha precisión por un largo período de tiempo (Baudel y Beaudouin-Lafon, 1993). La fatiga es un atributo difícil de medir porque depende del usuario. Las métricas que se han ido utilizando para ello son normalmente cuestionarios que utilizan la escala de Likert presente en el cuestionario de evaluación de la comodidad (norma ISO 9241-9 Anexo C) o la escala Borg CR10 que es un método para valorar el esfuerzo percibido (Borg, 1982). En la sesión experimental presentada en este trabajo no hay evidencia de fatiga en dedos, muñeca o cuello, sin embargo la fatiga en brazo es visible en algunos usuarios: para cinco sobre nueve usuarios, la fatiga del brazo es



alta o muy alta. La Fig. 2 muestra a la usuaria 2 en acción. La efectividad en la tarea es media porque básicamente algunos gestos realizados son incorrectos en relación a los que pide Kinect Mouse. La eficiencia es baja debido al alto valor de fatiga. Esta usuaria podría realizar la tarea en una posición inicial de ambos brazos más relajada. Conversando con el usuario al final de la tarea, comenta que es zurda, y que la fatiga ha sido notable mientras desarrollaba la prueba. Kinect Mouse puede adaptarse en caso de personas zurdas, por lo que en el protocolo inicial de la instrucción debe incluirse esta pregunta al usuario.

Otra manera de evaluar la eficiencia es mediante la duración en el tiempo del gesto o de la tarea. En la sesión experimental presentada, los supervisores fijan el valor temporal de las tareas a realizar. El facilitador

					VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ESTADO
<b>FUERZA DE ACTUACIÓN REQUERIDA</b>					4	0	NEUTRO
<b>SUAVIDAD DE EMPLEO</b>					4	1,4	NEUTRO
<b>ESFUERZO FISICO</b>					3,5	0,7	ALTO
<b>ESFUERZO MENTAL</b>					2,5	0,7	BAJO
<b>EXACTITUD</b>					3	1,4	POCO EXACTO
<b>VELOCIDAD DE EMPLEO</b>					2	1,4	POCO ACEPTABLE
<b>COMODIDAD GENERAL</b>					3,5	0,7	NO ES CÓMODO
<b>FUNCIONAMIENTO GLOBAL DEL DISPOSITIVO DE ENTRADA</b>							
<b>FATIGA DE LOS DEDOS</b>					4,5	0,7	FÁCIL DE USAR
<b>FATIGA DE LA MUÑECA</b>					1	0	BAJA
<b>FATIGA DE LA MUÑECA</b>					1,5	0,7	BAJA
<b>FATIGA DEL BRAZO</b>					4	0	ALTA
<b>FATIGA DEL HOMBRO</b>					3	0	ALTA
<b>FATIGA DEL CUELLO</b>					1,5	0,7	BAJA

**Tabla 2.** Valor medio y desviación estándar de las respuestas de los nueve usuarios al cuestionario de evaluación de la comodidad (ISO 9241-9 Anexo C), sobre una escala de Likert de 7 puntos.

ofrece cuatro minutos para desarrollar la actividad (dos minutos por tarea).

En relación a la carga cognitiva, es decir, la cantidad total de actividad mental impuesta sobre la memoria de trabajo, se aprecia que presenta un valor bajo en esta actividad: tan solo uno de nueve usuarios considera que el esfuerzo mental para realizar la actividad es alto, a partir de las respuestas al cuestionario de evaluación de la comodidad. De ahí que los supervisores consideren que en este contexto no es necesario aplicar la medición de carga cognitiva mediante el NASA Task Load Index. Atendiendo a la facilidad para aprender, o el tiempo de aprendizaje, el sistema interactivo es fácil de aprender. La instrucción es fácil de comprender y el uso coordinado de los dos brazos es adecuado. Solo tres usuarios de los nueve usuarios valorados, tienen problemas para ejecutar los gestos correctos que permiten una interacción fluida: de hecho, a lo largo de la tarea, pueden parar de mover el brazo, escuchar al facilitador y reemprender la tarea con mejores garantías de éxito. En esta tarea experimental tampoco hay que realizar un gran esfuerzo en el uso de la memoria para recordar cómo debe realizarse la actividad. Tan solo hay 4 gestos para memorizar, hay una sola pantalla principal, el usuario escucha al facilitador que transmite una a una las instrucciones y la visita virtual presenta una navegación de dos niveles (desarrollada en amplitud y con poca profundidad).

### **3.3 Satisfacción**

Muchos de los factores clasificados bajo el atributo satisfacción se evalúan utilizando cuestionarios para identificar las percepciones y los sentimientos subjetivos de los usuarios acerca de la interfaz. En este artículo se valora la comodidad, la facilidad de uso y la valoración global al cuestionario System Usability Scale. El confort se define como un sentimiento placentero de estar relajado y libre de dolor. Para cuatro de los nueve usuarios evaluados, el sistema no es confortable. Es necesario un

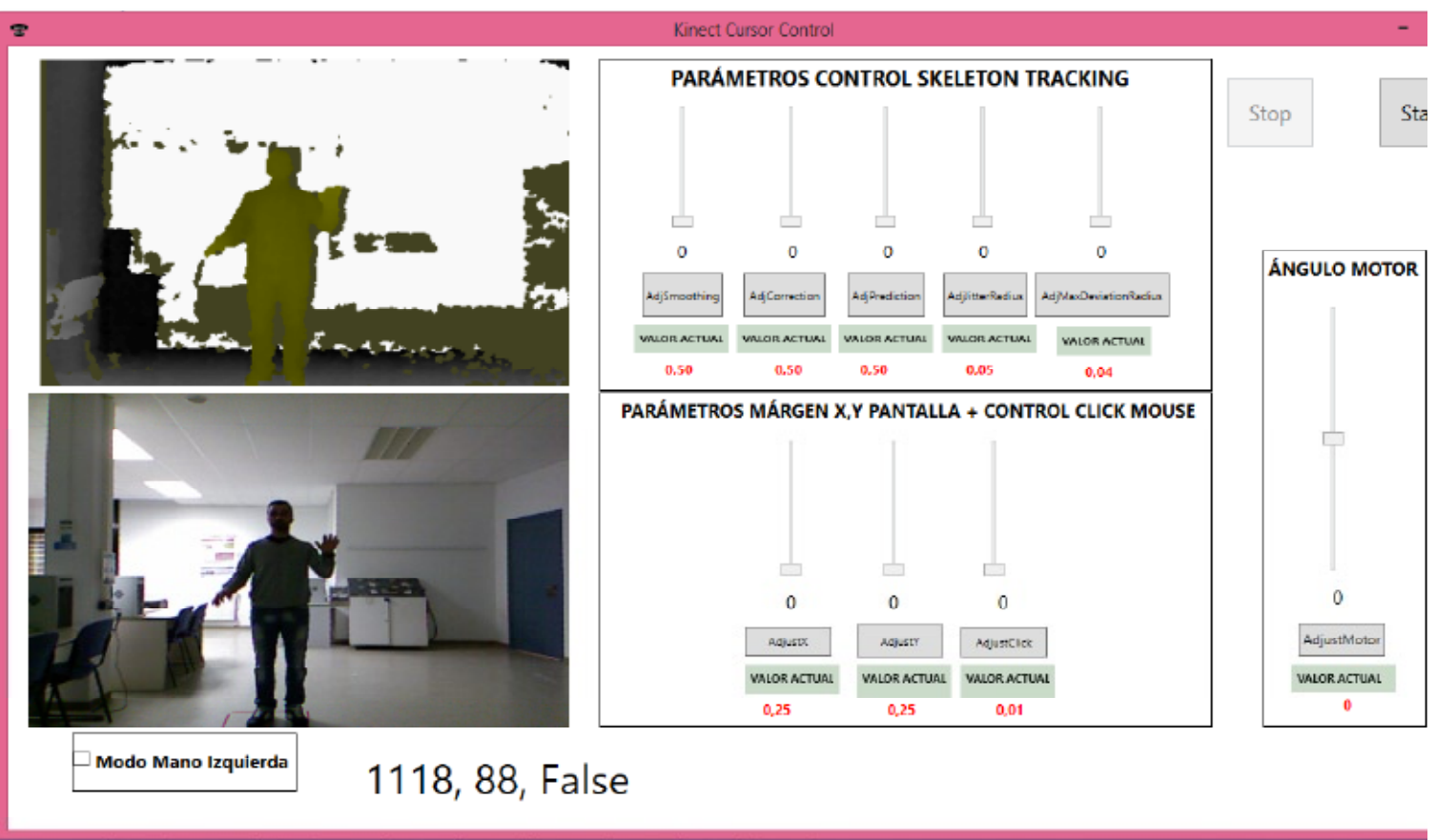


análisis posterior que muestre los ángulos de confort y relacione los gestos a realizar ante el sensor Kinect dentro del rango de confort del usuario.

El factor facilidad de uso significa que el usuario requiere poco esfuerzo general para utilizar el sistema. Cuanto más fácil de usar sea la interfaz, más rápidamente se beneficiará el usuario. Para mejorar la facilidad de uso de una VBI se ha de tener en cuenta la experiencia previa del usuario y el diseño ha de ser familiar y consistente con sus expectativas (Lorés et al., 2001). Para seis de los nueve usuarios evaluados el sistema es fácil de usar. El cuestionario System Usability Scale aplicado en el sistema interactivo creado, muestra un valor medio de 60,5 con una desviación estándar de 11,4. De ahí que sea necesario profundizar en mejoras del sistema interactivo antes de su puesta en marcha en entornos reales.

## 4. Mejoras

Es conveniente realizar una valoración que permita mejorar cada una de las fases que se ha seguido en el desarrollo del sistema interactivo planteado. En primer lugar y en relación a los materiales y métodos, se constata que no hay fuentes de luz sobre el sensor Kinect (excepto las que provienen del brillo del cañón proyector en la pared: fuentes de luz sobre el usuario interfieren en la lectura y seguimiento de las articulaciones del usuario. El rango de alturas de los usuarios que han usado el sistema interactivo va desde 1,60 m a 1,93 m, El sensor trabaja adecuadamente capturando el cuerpo del usuario a una distancia de 290 +/- 10 cms. La distancia al suelo del sensor Kinect es de 100 cms (situado encima de una mesa). La distancia de la pared en la que se proyecta la imagen y el sensor Kinect es de 122 cms. Al inicio de la sesión el facilitador pregunta al usuario si es zurdo, y en caso afirmativo, ajusta las propiedades de Kinect Mouse. Toda esta configuración es reproducible en las mismas condiciones en otros laboratorios en los que se trabaje con el sensor Kinect, de



**Fig 3.** Interfaz gráfica que simplifica la regulación de parámetros (sintonía) previo a la puesta en marcha del sistema interactivo

ahí que cuanto más genéricas sean las observaciones al respecto, más útiles pueden ser para la comunidad científica. Después de diversas pruebas e iteraciones, se observa que los parámetros configurables de Kinect Mouse pueden mejorarse notablemente. Respecto los valores iniciales que aporta el fabricante, se ha reducido un 20% del valor de ClickThreshold. Así, el usuario puede realizar el click de ratón (antebrazo izquierdo hacia arriba) realizando un desplazamiento angular del antebrazo menor: ahora el gesto se hace con un desplazamiento de  $130^\circ$  respecto a los  $180^\circ$  iniciales (suponiendo que la posición inicial del brazo izquierdo es pegada al cuerpo con la mano hacia abajo, y el alcance vertical máximo es el mismo brazo con la mano apuntando hacia arriba (como en la fig. 2). La forma como se captura la imagen corporal y el conjunto de veinte articulaciones





puede mejorarse aplicando un factor de escala: sobre los valores iniciales de SkeletonMaxX y SkeletonMaxY se ha reducido un 40%, y un 20% respectivamente, de forma que el usuario accede al objetivo en pantalla con un esfuerzo físico inferior ya que el desplazamiento de los brazos es más comedido.

Respecto a suavidad en el empleo, el sistema es rugoso (para tres de los nueve usuarios) o muy rugosos (un usuario sobre nueve usuarios). Para mejorar este parámetro, se ha reducido un 60% su valor inicial. Esta reducción de la suavidad no afecta a la latencia, de forma que el usuario puede desarrollar la sesión experimental sin un retardo apreciable entre el gesto y el movimiento del brazo y la efectividad de la acción en pantalla.

Respecto a la exactitud, las respuestas al cuestionario de evaluación de la comodidad muestran que la exactitud en posicionarse sobre el objetivo en pantalla es muy inexacta (para cuatro de los nueve usuarios) o muy inexacta (para dos de los nueve usuarios). Con la finalidad de mejorar este parámetro, se ha incrementado el tamaño del puntero. Windows nos proporciona una serie de iconos de ratón en su librería que pueden variar de tamaño, de todas maneras se ha añadido un cursor con un grosor especial a través de un software adicional llamado Special Cursors.

Resumiendo esta parte de mejoras que implica ajustes en los parámetros, se ha desarrollado una interfaz gráfica de usuario para Kinect Mouse que permite reunir los parámetros a sintonizar sin tener que abrir el editor y cambiar código. Mediante sliders, el supervisor técnico o el propio usuario pueden encontrar de forma rápida y sin aprendizaje previo, la mejor manera de utilizar el sistema interactivo. Además, puede configurar el modo mano izquierda (persona zurda) o incluso mediante un botón, parar la interacción gestual para descansar si fuera necesario.

## 5. Conclusiones

Tal como se exponía en un trabajo previo, las interfaces basadas en visión han suscitado gran interés, especialmente en contextos de ocio. El uso generalizado de este tipo de interfaces nos lleva a considerar su usabilidad como un atributo esencial que es necesario satisfacer para asegurar el éxito del gran número de aplicaciones que en la actualidad hacen uso de estas interfaces.

En concreto en este artículo se profundiza en interfaces gestuales y en cómo mediante estudios experimentales se puede mejorar el rendimiento de los mismos. El sistema interactivo considerado en este artículo muestra la interacción con una visita virtual al Museo del Ferrocarril de Catalunya y para ello se utiliza el sensor Kinect y Kinect Mouse como dispositivos de entrada no convencionales. El contexto en que se estudia el sistema interactivo presentado es en condiciones de laboratorio. Y en este contexto se ha profundizado en la obtención de métricas útiles en efectividad, eficiencia y satisfacción. La utilización del cuestionario de evaluación de la comodidad, extradido de la norma ISO 9241-9 es un ejemplo de instrumento muy útil para la valoración del esfuerzo físico en el uso de interfaces gestuales. La formalización de métricas puede mejorarse atendiendo al modelo de calidad en uso aplicado al sistema interactivo propuesto (ISO, 2011).

Una vez finalizado el estudio en laboratorio, el trabajo futuro pasa por estudios de viabilidad de puesta en marcha de interfaces gestuales y aplicaciones virtuales en el propio museo citado, incrementando las posibilidades de interacción de los usuarios en entornos reales.





# Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de Ana Grande, responsable de Educaición del Museo del Ferrocarril de Catalunya. Este trabajo forma parte del proyecto Movingplus – Models of Vision-based Interaction in GEstrual Interfaces dirigido por el Dr. Javier Varona, Universitat de les Illes Balears, financiado mediante TIN12-35427 por el Gobierno de España.

## Referencias

- BAILLY, G., MÜLLER, J., ROHS, M., WIGDOR, D. AND KRATZ, S. (2012).** „ShoeSense: a new perspective on gestural interaction and wearable applications”. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, May 05-10, 2012, Austin, Texas, USA
- BARCLAY, K., WEI, D., LUTTEROTH, C. AND SHEEHAN, R. (2011).** “A quantitative quality model for gesture based user interfaces”. Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference, 31-39
- BAUDEL T. AND BEAUDOUIN-LAFON, M. (1993).** “Charade: remote control of objects using free-hand gestures”. Commun. ACM 36, 7, 28-35.
- BORG, G. (1982).** “Psychophysical Bases of Perceived Exertion”. Medicine and Science in Sports and Exercise (14), 377-381.
- BROOKE, J. (1996).** “SUS: a “quick and dirty” usability scale”. Eds. P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland. Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis.
- CODEPLEX (2014).** KinectMouse. <http://kinectmouse.codeplex.com/>
- GRANDE, A. (2014).** A museum showing off 160 years of railway history.

Catalonia Railway Museum. URL: <http://www.museudelferrocarril.es/en/english-version>, last visited 4 th April 2014.

**ISO (1998). ISO 9241-9:2000** Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) – part 9: Requirements for non-keyboard input devices.

**ISO (1998). ISO 9241-11:1998** Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) – part 11: guidance on usability.

**ISO (2011).** Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models ISO/IEC 25010:2011. At URL: , last visited 27 th May 2014

**LORÉS, J., GRANOLLERS, T. AND LANA, S. (2001).** “Introducción a la interacción persona-ordenador”. Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. Editorial UOC

**MANRESA-YEE, C., AMENGUAL, E. AND PONSÀ, P. (2013).** Usability of vision based interfaces. In Proceedings of CEDI 2013, Interaccion 2013 International Conference, Madrid.

**MICROSOFT (2014).** Microsoft. Kinect for Windows. Developer center. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindowsdev/Downloads.aspx>

**PARRA, M.A. 2012).** Comparación de dispositivos de entrada no convencionales en entornos virtuales. Universidad . Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia.

**PINO, A., TZEMIS, E., IOANNOU, N AND KOUROUOPETROGLOU, G. (2013).** Using Kinect for 2D and 3D pointing tasks: performance evaluation. IN M. KUROSU (ED.): HUMAN-COMPUTER INTERACTION, PART IV, HCII 2013, LNCS 8007, 358–367.

**SCHWALLER, M. AND LALANNE, D. (2013).** Pointing in the air: Measuring the effect of hand selection strategies on performance and effort. In



Proceedings of International Conference on Human Factors in Computing & Informatics, SouthCHI, Maribor, Slovenia.

**WALDHERR, S., ROMERO, R. AND THRUN, S. (2000).** “A gesture-based interface for human–robot interaction”. Autonomous Robots 9

## Sobre los autores

**Pere Ponsa Asensio** es Doctor por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y Licenciado en Ciencias (Física) por la Universitat Autònoma de Barcelona (1994). Actualmente imparte docencia en la UPC en diseño centrado en el usuario, interacción persona-robot y teleoperación, interacción persona-sistema. Su investigación en los últimos años se ha llevado a cabo en la interacción de las personas con sistemas automatizados y la creación de guías de diseño de interfaces (gráficas, hápticas). Su investigación más reciente está orientada al análisis de sistemas complejos y en la interacción gestual. Es miembro de la asociación española IPO.

**Carlos Urbina** es Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electrónica Industrial. En el ámbito de desarrollo de proyectos relacionados con interacción persona-ordenador, ha desarrollado la puesta en marcha de joystick con realimentación de fuerzas y su conectividad con programas de modelado y simulación en MATLAB-Simulink, así como proyectos de desarrollo de sistemas interactivos basados en interfaces naturales.

**Cristina Manresa-Yee** es Doctora en informática por la Universitat de les Illes Balears. Actualmente imparte docencia en Diseño de Interfaces

de Usuario, e Interacción Persona-ordenador en la Universitat de les Illes Balears. Sus líneas de investigación se centran en la Interacción persona-Ordenador, la Visión por computador y su combinación en Interfaces basadas en visión. Es miembro del grupo SIGCHI de la ACM.

**Ramon Vilaova i Arbos** es Licenciado en Informática y Doctor por la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Actualmente es director del Departamento de Telecomunicación e Ingeniería de Sistemas de la UAB. Coordinador del Programa E2NHANCE. Director del Grupo de Investigación en Automatización y Sistemas Avanzados de Control de la UAB. Su investigación se centra en control de procesos industriales, el rol del humano en tareas automatizadas, siendo autor de diversas publicaciones relevantes en estos ámbitos. En docencia utiliza metodologías activas como el modelo role playing y el aprendizaje basado en proyectos.





## Estudio de Usabilidad de una Interfaz Gestual Basada en Visión

*Es conocido que las interfaces basadas en visión hacen uso de gestos para la comunicación del usuario con el sistema interactivo sin la necesidad de dispositivos que requieran contacto físico. La definición y uso de estos gestos debe ir acompañada de una valoración del confort físico del usuario. Para ello es necesario desarrollar sesiones experimentales de laboratorio que puedan después servir de base a sistemas interactivos en entornos reales. En concreto, el sistema que se considera parte del uso del sensor Kinect, el algoritmo que permite controlar la aplicación, denominado Kinect Mouse, y como aplicación la visita virtual al Museo del Ferrocarril de Catalunya. Los resultados preliminares indican que mediante diversas iteraciones, el sistema inicial puede rediseñarse fácilmente para facilitar un mejor uso, aumentar la precisión para alcanzar objetivos y suavizar el movimiento de los brazos del usuario para minimizar el esfuerzo físico.*