

# Estudio de Usabilidad de los Sistemas KEYES en Ambientes Tridimensionales Virtuales

Diego Hugo Barrera, Universidad Tecnológica Nacional, Maestro López y Cruz Roja, 5000, Córdoba, Argentina. +(54)-351-4242023, diegohbarrera@hotmail.com

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo, Rúa Torrecedeira 86, 36208, Vigo, España. +(34)-986-813933, mpcota@uvigo.es

**Resumen:** Los sistemas KEYES son una serie de dispositivos que sirven para utilizar la PC por medio de movimiento ocular y/o movimiento de cabeza. Los dispositivos fueron desarrollados inicialmente para personas con problemas severos de motricidad, pero actualmente se utiliza para otras aplicaciones como aumento de realidad en ambientes tridimensionales virtuales; los resultados y conclusiones aquí publicados son producto de los ensayos realizados a los diferentes dispositivos para evaluar su usabilidad en las prestaciones para las que fueron diseñados.

## 1. Introducción

KEYES fue desarrollado como Sistema de Escritura y Habla por Medio del Movimiento Ocular (SEHMMO) para ser utilizado por personas con problemas severos de motricidad, con posterioridad se desarrollaron otros sistemas derivados del mismo, para usos en ambientes tridimensionales virtuales. Los derivados fueron tres prototipos con las siguientes denominaciones: KEYES Premium (KP), KEYES Headpoint (KH) y KEYES Realneck (KR).

## 2. Características y uso de cada prototipo

El uso pretendido de cada prototipo es exactamente el mismo: el aumento de la realidad en ambientes tridimensionales virtuales realizados para monitores bidimensionales de computadores. Los tres prototipos conllevan costos y características diferentes.

### 2.1. Características de KEYES Premium (KP)

KEYES Premium utiliza la misma interfaz que su antecesor Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO), el cual básicamente es una cámara montada en un antejo acrílico con iluminación infrarroja.

Con este hardware el aumento de la realidad se puede hacer de dos maneras: manteniendo la mirada fija sobre un punto de la escena tridimensional y moviendo la cabeza para desplazarse dentro de dicha escena; o manteniendo fija la cabeza y desplazando la mirada sobre la escena. De los tres prototipos éste es el de mayor costo, por tener asociado un hardware que requiere materiales más costosos y más horas/hombre de montaje que los otros.

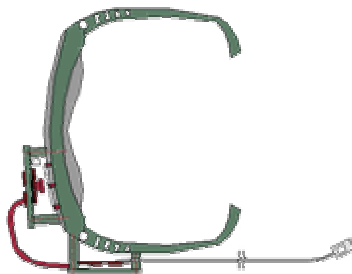


Figura 1 – Hardware del Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular

### 2.2. Características de KEYES Headpoint (KH)

KEYES Headpoint utiliza una cámara estándar de computadora y un pequeño dispositivo con una marca que se coloca en la cabeza. Este sistema es exclusivamente para uso con movimiento de

cabeza y tiene alta precisión si el sistema debe utilizarse para apuntar a un lugar del ambiente virtual. Utiliza un hardware de bajo costo, pues solo requiere de una cámara estándar para computadora y un apuntador o marca que puede ser cualquier accesorio que se coloque sobre la cabeza del usuario para dicho fin.

### 2.3. Características de KEYES Realneck (KR)

KEYES Realneck utiliza únicamente como hardware una cámara estándar de computadora y trabaja por reconocimiento de movimiento facial. Este sistema, al igual que el anterior, es solamente para uso con movimiento de cabeza y es el de más bajo costo, pero tiene el inconveniente de tener algo menos de precisión que el anterior cuando se requiere apuntar.

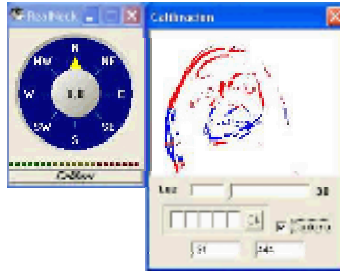


Figura 2 – Software de KEYES Realneck realizando reconocimiento facial

## 3. Estudio de usabilidad

Los prototipos fueron ensayados desde los puntos de vistas de la usabilidad más importantes a tener en cuenta en ambientes tridimensionales habitualmente utilizados en juegos de video.

Los usuarios probaron los prototipos utilizando el juego de video Counter Strike® versión 6.1, completando un cuestionario post-test. Dichos usuarios son jugadores habituales de este juego, en el cual el mouse está programado para ubicar la vista en el ambiente tridimensional. Los prototipos reemplazan el uso del mouse en el juego, esto produce un aumento en la sensación de realismo al utilizar el programa.

La muestra fue de 50 personas a las cuales se les realizó una encuesta compuesta por cinco preguntas con relación a la facilidad de aprendizaje, flexibilidad de utilización de interfaz de calibración, robustez del sistema, velocidad de respuesta y adecuación del sistema al uso pretendido, teniendo cada pregunta cinco respuestas con valores equivalentes del 1 al 5.

### 3.1. Facilidad de aprendizaje

El tiempo requerido desde el no conocimiento de una aplicación hasta su uso productivo debe ser mínimo. Debe proporcionarse ayuda a usuarios intermedios para que alcancen un nivel de conocimiento y uso del sistema máximos.

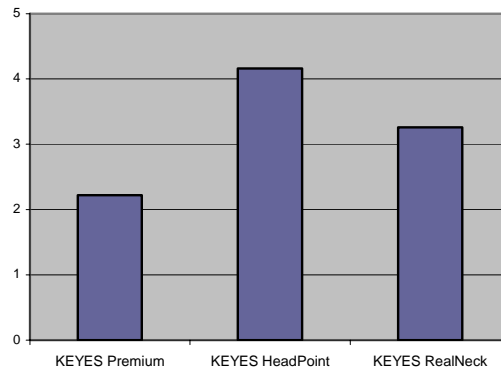


Figura 3 – Usabilidad con respecto a la facilidad de aprendizaje de los sistemas KEYES

En este punto del estudio de usabilidad con respecto a la facilidad de aprendizaje se preguntó: ¿Como le resultó a usted la adaptación al nuevo sistema? Los resultados demuestran que KEYES Headpoint es considerado por el promedio de los encuestados como “Fácil” (4 puntos), el sistema KEYES Realneck como “Normal” (3 puntos) y KEYES Premium como “Difícil” (2 puntos) para adaptarse.

### 3.2 Flexibilidad

Multiplicidad de maneras en que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. En el caso de los sistemas en cuestión se tiene una pequeña interfaz de calibración con algunos controles básicos para su utilización.

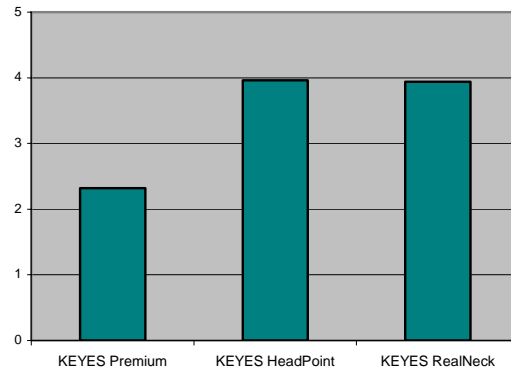


Figura 4 – Usabilidad con respecto a la flexibilidad de interfaz de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la flexibilidad de las interfaces de los sistemas se preguntó: ¿De que manera consideraría el uso de la interfaz de software de calibración del sistema? Los resultados revelan que las interfaces de KEYES Headpoint/Realneck son consideradas como “Fáciles” (4 puntos) de utilizar, en cambio la de KEYES Premium es considerada “Difícil” (2 puntos).

### 3.3 Robustez

El sistema debe permitir al usuario conseguir sus objetivos sin problemas. En el caso de los sistemas KEYES su función principal es aumentar la sensación de realismo en los ambientes tridimensionales virtuales.

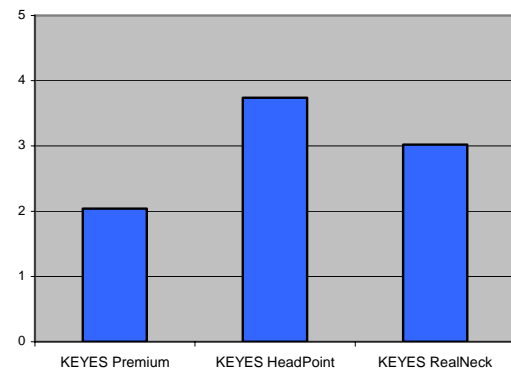


Figura 5 – Usabilidad con respecto a la robustez de interfaz de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la robustez se preguntó: ¿Cómo considera el nivel de aumento del realismo tridimensional al utilizar el juego? El resultado dice que KEYES Headpoint produce un “Muy buen” (4 puntos) aumento de realismo, KEYES Realneck “Buen” (3 puntos) aumento y KEYES Premium un “Regular” (2 puntos) aumento de dicha sensación.

### 3.4 Tiempo de respuesta

Tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios de estado al usuario. Los tiempos de respuesta deben ser soportables para el usuario.

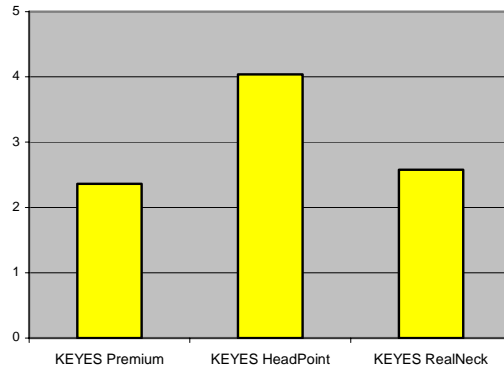


Figura 6 – Usabilidad con respecto al tiempo de respuesta de los sistemas KEYES

Para el estudio de usabilidad con respecto al tiempo de respuesta de los sistemas KEYES se preguntó: ¿Cómo considera la velocidad de respuesta que tiene el sistema al utilizarse? Los encuestados consideran que KEYES Headpoint tiene un “Muy buen” (4 puntos) tiempo de respuesta, pero en el caso de los sistemas KEYES Realneck/Premium consideran que tienen una “Buena a Regular” (entre 2 y 3 puntos) respuesta.

### 3.5 Adecuación de las tareas

El sistema debe permitir todas las tareas que el usuario quiere hacer y en la forma en que éste las quiere hacer. En este caso se compara el uso de los sistemas KEYES versus el uso del mouse para moverse en los ambientes tridimensionales virtuales creados en el juego en cuestión.

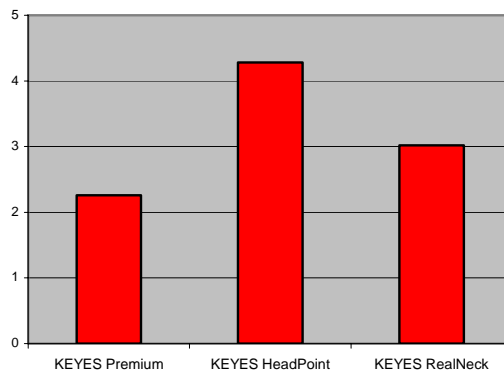


Figura 7 – Usabilidad con respecto a la adecuación de los sistemas KEYES

En el estudio de usabilidad con respecto a la adecuación de los sistemas se preguntó: ¿Cómo consideraría a este sistema con respecto al que utiliza normalmente? El promedio de los encuestados concluyen que KEYES Headpoint “Es mejor” (4 puntos), KEYES Realneck “Igual” (3 puntos) y KEYES Premium “Peor” (2 puntos) que los sistemas que utilizan habitualmente.

## 5. Conclusiones

Los tres sistemas KEYES ensayados fueron pensados para generar un aumento del nivel de realismo en los ambientes virtuales tridimensionales; cada sistema tiene un hardware y software determinado para realizar dicha tarea.

Al mover la cabeza frente al monitor en este tipo de ambientes, los sistemas responden de distinta manera. Según los resultados del estudio de usabilidad podemos concluir que el sistema KEYES

Headpoint es el de mayor usabilidad, seguido por KEYES Realneck y por último podríamos decir que el sistema de poca usabilidad es el KEYES Premium.

Aunque todos los sistemas KEYES derivan de las investigaciones desarrolladas en torno al Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO), en el caso particular de KEYES Premium (que fue llamado así por sus características, costo y elaboración de sus componentes) tanto su hardware como parte de su software es básicamente el mismo que SEHMMO, pero los ensayos han arrojado los peores resultados para este sistema, demostrando que el sistema no es bien recibido por los usuarios habituales de otras interfaces. En cambio con usuarios que utilizan habitualmente SEHMMO (personas con problemas de motricidad) no les resulta tan complicada aplicarlo a estos juegos, ya que su uso no difiere demasiado del SEHMMO.

## Referencias

Xie Xangdong, Sudhaker Raghvan, Zhuang Hanqi. (1994). *Real-Time Eye Feature Tracking from a Video Image Sequence Using Kalman Filter*. *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics*, Vol 25, No. 12.

Lid Xia, Xu2 Fengllang, Fujimura3 Kikuo. (2002). *Real-Time Eye Detection and Tracking for Driver Observation Under Various Light Conditions*. *IEEE Transactions*.

Morimoto Carlos, Koons Dave, Amir Arnon, Flickner Myron. (2000). *Pupil Detection and Tracking Using Multiple Light Source*. *IEEE Transactions*.

Zhu Zhiwei, Ji Qiang and Fujimura Kikuo (2002). *Combining Kalman Filtering and Mean Shift for Real Time Eye Tracking Under Active IR Illumination*. *IEEE 1051-4651/02*.

Diego Hugo Barrera, Ariel Amato. (2003). *Sistema de Escritura y Habla por Medio de Movimiento Ocular (SEHMMO)*. *Patente de Invención AR041614B1*. *Ley 24.481 (T.O.1996), Decreto 260/96 Anexo II*. *Nación Argentina*.

Diego Barrera, Ariel Amato (2003). *Control de teclado y silla de ruedas por medio de movimiento ocular*. *5º Jornadas de Estudiantes Investigadores*. *UTN. Trenque Lauquen, Bs. As. Argentina*. <http://www.jei.org.ar/5jei>.

Diego Barrera, Ariel Amato (2006). *Control Dinámico de Sensor de Cámara de Captura como Preproceso de Reconocimiento Ocular*. *XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC2006)*. *UNSL. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina*. <http://www.cacic2006.unsl.edu.ar>.

Diego Hugo Barrera, Calixto Maldonado, Adrián Navarro (2007). *IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2007)*. *UNPSJB. Trelew, Chubut, Argentina*. <http://www.ing.unp.edu.ar/wicc2007>

Calixto Maldonado, Diego Barrera, Adrián Navarro, Diego Heredia, Manuel Perez Cota (2007). *Desarrollo de la Interfase de Software del Sistema KEYES*. *2ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI2007)*, *UFP, Porto, Portugal*. <http://cisti2007.ufp.pt>.

Manuel Perez Cota. (2007). *Teoría de Usabilidad*. *Doctorado en Ingeniería de software basada en componentes reutilizables, aplicaciones en Interfaces Hombre-Máquina*. *Universidad de Vigo. España*.