

Metodología de Evaluación de Eye-trackers como Dispositivos de Acceso Alternativo para Personas con Parálisis Cerebral

A. Clemotte^{a,b*}, M.A. Velasco^a, R. Raya^c, R. Ceres^d, R. de Córdoba^b, E. Rocon^a

^a Centro de Automática y Robótica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ctra. Campo Real Km 0.2, Arganda del Rey, Madrid, España.

^b Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica de Madrid, Av. Complutense, 30, Madrid, España.

^c Departamento de Tecnologías de la Información, Universidad CEU San Pablo, C/ Julián Romea, 18, Boadilla del Monte, Madrid, España

^d Instituto Cajal, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Av. Dr. Arce, 37, Madrid, España.

Resumen

Los procedimientos de evaluación de los sistemas alternativos de acceso al ordenador son poco rigurosos, sistemáticos y formales. Este trabajo presenta una metodología para la valoración de la interacción usuario-ordenador, cuando los sistemas de eye-tracking son utilizados como herramienta de acceso alternativo al ordenador por personas con Parálisis Cerebral (PC). Para ello, proponemos tres métricas de evaluación: tasa de fallos de calibración, tasa de error en el clic y tiempo de clic. Validamos la metodología, comparando 3 (tres) eye-trackers, con 9 (nueve) participantes con PC con trastornos motores severos. Los resultados indican que la calibración es un proceso crítico en estos escenarios como refleja la alta tasa de fallos de calibración medida. Los participantes con PC también tienen una alta tasa de error del clic, lo que indica que el uso de eye-trackers para alcanzar un objeto en pantalla es un proceso complejo para estos niveles de discapacidad motriz. Los tiempos de clics son similares entre todos los eye-trackers y participantes. Este trabajo pretende establecer líneas metodológicas para la efectiva evaluación de estos dispositivos, que pueden llegar a ser una interesante alternativa de acceso al ordenador para esta población.

Palabras Clave:

Acceso alternativo, eye-trackers, metodología, evaluación, valoración, parálisis cerebral, ley de Fitts.

1. Introducción

1.1. La parálisis cerebral y los sistemas de comunicación aumentativos alternativos

La parálisis cerebral (PC) es una de las discapacidades más severas de los niños (McIntyre, Morgan, Walker, & Novak, 2011). La definición más citada de PC es la que la describe como “un trastorno de la postura y el movimiento debido a un defecto o lesión en el cerebro inmaduro (Bax et al., 2005)”, en los periodos perinatales principalmente. Los sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (AAC, acrónimo en su terminología anglosajona *Augmentative and Alternative Communication*) son un medio eficaz para complementar y mejorar las habilidades de comunicación funcional e interacción con el entorno de las personas con PC (Clarke & Price, 2012; Fager, Bardach, Russell, & Higginbotham, 2012; Pennington, 2008; Wilkinson & Mitchell, 2014). Sin embargo, existe un grupo de personas con PC, severamente afectadas por esta discapacidad que presentan serias dificultades para interactuar con sistemas AAC basados en

ordenadores, controlados con un ratón o un teclado. En este sentido, Davies et al. (Davies, Chau, Fehlings, Ameratunga, & Stott, 2010) encontraron que un 65% de personas afectadas por la PC no podían usar ni un ratón ni el teclado estándar, quedando por ende inhabilitados para utilizar herramientas AAC. Una alternativa para estos casos tan severos son los seguidores de la mirada o eye-trackers (ET).

Estos dispositivos son capaces de estimar el punto de la mirada en la pantalla de un computador (Duchowski, 2007), permitiendo a las personas controlar un ordenador con los ojos. Los ETs aprovechan una de las escasas habilidades residuales de los casos más graves de la PC: el movimiento de los ojos (Borgestig, Sandqvist, Parsons, Falkmer, & Hemmingsson, 2016). Se han desarrollado otras tecnologías para el acceso al ordenador basadas en electro-oculografía (Úbeda, Iáñez, & Azorín, 2011)(Himabundu, Vivekanandan, Sourabh, & Emmanuel, 2011), electro-encefalografía (Kim, Kim, & Jo, 2015), o movimientos de la cabeza (Raya, Roa, Rocon, Ceres, & Pons, 2010). También hay investigaciones para mejorar el clic, algunas de ellas sobre la base de la electromiografía de superficie (Chin, Barreto, Cremades, & Adjouadi, 2008)(Navallas, Ariz, Villanueva, San Agustín, & Cabeza, 2011). Sin embargo, todas estas soluciones son invasivas respecto a los ETs. Las tecnologías basadas en voz, como por ejemplo (Saz Torralba, Ricardo, Dueñas, & Solano, 2011), han sido

* Autor en correspondencia.

Correo electrónico: a.clemotte@alumnos.upm.es (A. Clemotte)

URL: <http://g-nec.com> (A. Clemotte)

descartadas ya que los usuarios con altos grados de discapacidad no son capaces de expresión oral.

1.1 Evaluación de la interacción: un problema no resuelto

Existe un problema respecto a la evaluación o valoración de estos dispositivos y su interacción por parte de los potenciales usuarios. Las métricas que usualmente se utilizan para evaluar estos dispositivos son la precisión y la exactitud, expresadas en grados angulares. Estas medidas se llevan a cabo bajo condiciones controladas de luz y restringiendo los movimientos de la cabeza (Nyström, Andersson, Holmqvist, & van de Weijer, 2013). La evaluación con estas dos métricas está centrada en medir la calidad del dispositivo, que sirve de interfaz de acceso al ordenador. Esto justifica la reducción de las influencias relacionadas con el usuario y el entorno (movimientos de cabeza y luz respectivamente). El objetivo de este trabajo estuvo centrado en medir la calidad de la interacción entre el usuario y el ordenador, y no únicamente al dispositivo de acceso al ordenador. Este enfoque ofrece una mejor medida de cómo será el uso de estos dispositivos en una situación real, donde no se controlan ni el movimiento de la cabeza ni la luz. Por este motivo, hemos descartado las métricas de precisión y exactitud. Además, las evaluaciones se suelen realizar con personas sin discapacidad, o en caso de incluir personas con discapacidad, no se suele familiarizar al usuario con el ensayo a realizar (Mauri, Granollers, Solanas, & Lleida Solano, 2007). Sin embargo, las personas con trastornos motores graves suelen tener dificultades en el control cervical (Raya et al., 2010), por lo que es incorrecto extrapolar los resultados obtenidos ya que no serían representativos. La proyección de estos resultados a los usuarios con PC puede llevar fácilmente a falsas expectativas. Nuestra metodología será validada con personas con PC. Los terapeutas, los familiares y los usuarios deben conocer las fortalezas y limitaciones de estas interfaces alternativas para poder determinar el uso o no de estos dispositivos (Man & Wong, 2007). Un procedimiento estandarizado y validado podrá responder efectivamente a esta cuestión. Nuestros resultados quieren orientar en la valoración de la interacción a estos grupos de personas, por lo tanto, las métricas serán altamente funcionales e intuitivas: la tasa de error de calibración, del clic y el tiempo de clic.

En un trabajo anterior (Clemotte, Velasco, Torricelli, Raya, & Ceres, 2014) estudiamos la precisión de un ET sin restricción de movimientos de la cabeza. Este trabajo se realizó con personas sin discapacidad, utilizando métricas de precisión y exactitud para medir la calidad de la interacción. En otros trabajos propusimos métricas para evaluar el rendimiento del usuario con el ET (Clemotte, Brunetti, Raya, Ceres, & Rocon, 2013; Clemotte, Raya, & Ceres, 2014; Clemotte, Raya, Ceres, & Rocon, 2013), pero sin realizar ensayos con personas con PC.

1.2 Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar una metodología para la evaluación funcional de la interacción mediante ETs, cuando son utilizados como canal de acceso alternativo al ordenador por parte de personas con PC. Además, presentamos la validación de la metodología mediante un ensayo con nueve personas gravemente afectadas por la PC, sin restricción alguna de sus movimientos cervicales, para evaluar en qué grado estas personas son capaces de utilizar un ET. Para el ensayo hemos evaluado tres ETs comerciales, de bajo costo, basándonos en tres métricas: el número

de fallos de calibración, tiempo para realizar el clic y tasa de error en tareas de apuntamiento en pantalla.

2. Metodología

2.1 Criterios de inclusión y participantes reclutados

Hemos incluido en el estudio sólo a usuarios sin problemas de audición, con capacidad visual suficiente para identificar objetos en toda la pantalla del ordenador, con un tamaño mínimo de 1cm a una distancia de 60cm de la pantalla. La utilización de gafas no ha sido un criterio de exclusión. Por otro lado, se reclutaron solamente usuarios con una capacidad cognitiva suficiente para seguir las instrucciones del terapeuta y que permita mantener la atención en una tarea un mínimo de 15 minutos. Con estos criterios hemos reclutado a 9 personas con PC. El perfil de los participantes se puede ver en la Tabla 1, con las evaluaciones clínicas MACS (Eliasson et al., 2006; Öhrvall, Krumlinde-Sundholm, & Eliasson, 2014) y GMFCS (Palisano, Rosenbaum, Bartlett, & Livingston, 2008). Todos los participantes, a excepción de uno, tienen niveles MACS IV o V, que son los grados más severos de la escala, que les impide usar el ratón o el teclado, lo que justifica el uso de ETs como interfaz de acceso. El nivel IV de la escala MACS implica que el usuario maneja un grupo limitado de objetos en situaciones y niveles adaptados y el nivel V que no maneja objetos y que tiene una habilidad muy limitada para realizar incluso acciones simples. La edad media de los participantes fue de 17 años (± 13 años). Para la clasificación de la experiencia con los ETs hemos solicitado a los terapeutas que clasifiquen a los usuarios según la experiencia que los pacientes hayan tenido con éstos. Los 9 participantes con PC fueron reclutados de dos centros especializados: ATENPACE y el Colegio de Educación Especial San Rafael, ambos de Madrid.

Tabla 1. Perfil de los 9 participantes con PC reclutados para las pruebas, con sus niveles MACS (M), GMFCS (G), sexo (S), edad (E) y experiencia en el uso de ETs.

Participante	MACS	GMFCS	S	E	Experiencia ET
US01	5	4	M	8	Baja
US02	3	5	M	15	Baja
US03	5	5	F	5	Baja
US04	5	5	F	11	Baja
US05	5	4	F	5	Media
US06	5	5	M	29	Alta
US07	5	5	F	31	Alta
US08	5	5	M	38	Baja
US12	4	4	F	8	Baja

Además, 7 sujetos sin discapacidad (NI) participaron en los experimentos. El grupo NI estaba compuesto de 5 hombres y 2 mujeres, con edad media de 28 años y una desviación estándar de 5 años, Tabla 2. Ambos grupos llevaron a cabo las mismas tareas de alcance en el ordenador. Los datos de las personas sin PC se utilizaron como valores de referencia.

Los comités de ética de los dos centros aprobaron el estudio. Todos los pacientes fueron informados previamente y firmaron un consentimiento informado por escrito para participar de este experimento.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050491>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050491>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)