

Integración de un ratón inercial y una interfaz ocular para el control del cursor del ordenador

View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by  CORE
provide

¹Centro de Automática y Robótica, CAR UPM-CSIC Ctra. Campo Real Km 0,2 28500 Arganda del Rey, Madrid, España | Tel.: + 34 91 8711900 FAX: + 34 91 8717050, {miguel.velasco.rafael.raya}@csic.es

²Instituto Cajal, CSIC, {ramon.ceres}@csic.es

³Brain-Machine Interface Systems Lab: Ed. Innova, Av. de la Universidad S/N, Elche, España, Tel: (+34) 965222459, FAX: 966658979, {aubeda, jm.azorin}@umh.es

Resumen. En este artículo se presenta la integración de un ratón inercial y una interfaz ocular para el control del cursor del ordenador. El ratón inercial se utiliza para controlar la posición del puntero, mientras que la interfaz ocular permite hacer click en pantalla a través del parpadeo. Para evaluar la interfaz combinada se ha empleado un software de evaluación específico (Fitts Study) que ha permitido obtener parámetros de evaluación de la realización de diversas pruebas de alcance y selección de objetivos. Los resultados se han comparado con el uso del ratón inercial mediante selección por tiempo de permanencia.

Palabras clave: Interfaces Persona-Computador, Ratón Inercial, Interfaz Ocular, Alcance y Selección

1. Introducción y contenidos

Parálisis cerebral (PC) es un término que engloba una serie de trastornos permanentes pero no progresivos de índole muy diversa como consecuencia de lesiones o problemas de desarrollo del Sistema Nervioso Central (SNC) tanto del feto como del niño en el alumbramiento y en sus primeros estadios. Su prevalencia se estima en torno al 2%. Se manifiesta principalmente en disfunciones neuromotoras con alteraciones de movimientos en general y del control postural debido a disfunciones de la coordinación y del tono muscular [1]. Las disfunciones psicomotrices mencionadas determinan una falta de autonomía personal ya que afectan a funciones directamente relacionadas con la vida diaria como son la movilidad, la manipulación y la comunicación y relación con el medio físico y social.

En el caso de niños con PC es preciso ofrecer una mayor atención desde los primeros años para fomentar la mejora funcional. El uso del computador es muy importante ya que no pueden en muchos casos desplazarse fácilmente ni manejar elementos físicos básicos en las actividades diarias tales como libros o electrodomésticos. El computador permite a estos niños comunicarse con su entorno. Desafortunadamente, las limitaciones incluyen manipular adecuadamente el teclado y el ratón. Es por ello que desde hace más de una década se vienen desarrollando nuevos dispositivos de acceso al computador que tratan de aprovechar las habilidades del usuario utilizando canales alternativos para el control del cursor y la selección de objetivos (click).

En este artículo se presenta la integración de un ratón inercial y una interfaz ocular para el control del cursor del ordenador. El ratón inercial se utiliza para controlar la posición del puntero, mientras que la interfaz ocular permite hacer click en pantalla a través del parpadeo. El objetivo es mejorar la velocidad de click, sustituyendo opciones como el tiempo de permanencia, manteniendo un control óptimo del cursor a través del ratón inercial.

2. Metodología

5.1. Ratón Inercial

La interfaz Werium (Werium Solutions S.L.) permite a usuarios con trastornos motores severos el control del cursor del ordenador a través de movimientos de la cabeza y consiste en un sistema de soporte en la cabeza y un sensor de medida inercial (IMU). El IMU integra un giróscopo, un acelerómetro y un magnetómetro tridimensionales. La estimación de la orientación de rotación tiene una resolución de 0.05° y

una precisión estática menor que 1° y dinámica de 2° RMS y se basa en los datos medidos por acelerómetro, magnetómetro y giróscopo.

El cursor se controla a través de lo que se ha denominado un control absoluto, por el cual existe una relación unívoca entre la orientación de la cabeza y la posición del cursor en la pantalla. A través de la configuración de un rango de movimiento (ROM) predefinido para la interfaz, el usuario será capaz de llegar a todos los píxeles de la pantalla. Por otro lado, un Filtro de Kalman Robusto (FKR) facilita el control del cursor mediante el suavizado de los efectos que los movimientos involuntarios de la cabeza del usuario puedan tener en la trayectoria del cursor. El filtro adaptativo reduce drásticamente los sub-movimientos alrededor del objetivo durante la segunda fase del apuntamiento (de posado sobre el objetivo) y el tiempo global de apuntamiento.

5.2. Interfaz EOG

La interfaz ocular está basada en la electrooculografía y permite detectar movimientos oculares a partir de la diferencia de potencial entre la córnea y la retina. En el caso concreto de este estudio, se pretende detectar el parpadeo del usuario, así que se han empleado tres electrodos: dos de ellos situados de forma diferencial encima y debajo de uno de los ojos, y un tercero situado sobre la frente que actúa como referencia. La adquisición de la señal se hace a través de una electrónica wireless de bajo coste diseñada para tal efecto. Dispone de dos módulos: el de registro/transmisión y el de recepción. En el módulo de registro/transmisión la señal se filtra y amplifica, posteriormente se digitaliza y se envía de forma inalámbrica al módulo de recepción, conectado al USB del ordenador. Esta electrónica es, por tanto, portable y fácil de utilizar. En este caso, el ordenador se encarga de procesar la señal digitalizada y clasificar las distintas acciones de control ocular.

Se ha implementado un algoritmo de procesamiento EOG que permite detectar los parpadeos del usuario con una gran precisión y permite emplear distintas frecuencias de muestreo. En este caso, se ha utilizado una frecuencia de 30 Hz. El algoritmo se basa en la aplicación de umbrales sobre la derivada de la señal medida en modo diferencial entre los dos canales de registro utilizados. De este modo, cuando se realiza un parpadeo es fácilmente detectable y puede ser utilizado como acción de control (para más información sobre el algoritmo, ver [2]).

5.3. Pruebas experimentales

El ratón inercial y la interfaz EOG se han combinado para tratar de solventar las carencias de ambos sistemas. El ratón inercial permite controlar el movimiento de un cursor en pantalla de forma relativamente sencilla, no obstante, cuando se pretende seleccionar un objetivo, o lo que es lo mismo, hacer un click de ratón, emplea un método de selección basado en tiempo de permanencia, provocando un retraso en la acción última de control que puede reducir su eficacia en aquellos usuarios que han desarrollado un peor control motor fino. Por su parte, la interfaz EOG debe emplear formas alternativas de movimiento en pantalla más lentas, como por ejemplo el control por barrido, lo que ralentiza el tiempo de selección drásticamente, aunque la acción de control, en el manejo del click, pueda ser mucho más rápida. Por este motivo, se propone utilizar el control ocular a la hora de seleccionar objetivos en pantalla (hacer click) y el ratón inercial para desplazar el cursor del ratón por la pantalla. En la Figura 1a se muestra a un usuario controlando el sistema.

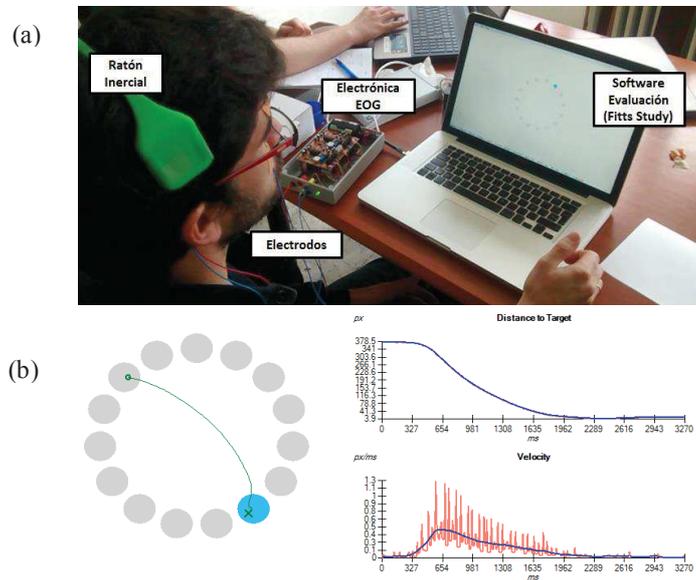


Figura 1. (a) Aspecto de la interfaz de control. El usuario maneja la posición del cursor con el ratón inercial mediante movimientos de cabeza y parpadea para seleccionar el objetivo (click). (b) Trayectoria seguida por el cursor en la ejecución de una selección. Evolución de la distancia al objetivo y velocidad del cursor.

Para evaluar la combinación de ambas interfaces se ha empleado el software FittsStudy, desarrollado por la Universidad de Washington [3]. Este software es ideal para llevar a cabo estudios de selección de objetivos en pantalla de acuerdo a los estándares académicos e internacionales. Permite analizar la Ley de Fitts que predice el tiempo necesario para moverse rápidamente desde una posición inicial hasta una zona destino final como una función de la distancia hasta el objetivo y el tamaño de éste.

6 usuarios sin discapacidad (4 hombres y 2 mujeres) con edades comprendidas entre los 21 y los 33 años (28 ± 5) participaron en el procedimiento experimental. Para ello, se analizaron 9 condiciones distintas definidas en base a tres distancias al objetivo (A): 256, 384 y 512 píxeles; y tres tamaños de objetivo (W): 32, 64 y 128 píxeles; que suponen 7 índices de dificultad (ID) únicos. Cada usuario realizó 15 selecciones por condición, tres de ellas de entrenamiento. En la Figura 1b se muestra un ejemplo de selección para una de las condiciones. Se han medido distintos parámetros como el tiempo de movimiento (TM), el Throughput (TP) que se define como ID/TM , el número de objetivos fallados, el error de movimiento promedio, el número de sobrealcances y el número de submovimientos. De igual modo, se realizaron las mismas pruebas sustituyendo el sistema de click por parpadeo por un sistema de selección por tiempo de permanencia.

3. Resultados y discusión

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos tanto para las pruebas con click por parpadeo (EOG) como por tiempo de permanencia (DWELL). Como se puede observar, con EOG el TP es superior al obtenido con DWELL, a pesar de que se producen más errores de selección. En el caso del error de movimiento y los sobrealcances, los resultados son muy similares, probablemente debido a que estos valores dependen en gran medida del control del movimiento del cursor y no tanto del tipo de selección. Curiosamente, el número de submovimientos es ligeramente superior en el caso de EOG, a pesar de también depender este valor del control del movimiento del cursor. A la vista de los resultados, se puede

concluir que la combinación de EOG y ratón inercial permite una selección más rápida a costa de tener un mayor número de errores. No obstante, este error puede ser menos limitante si se incrementa la amplitud del objetivo en aplicaciones prácticas futuras.

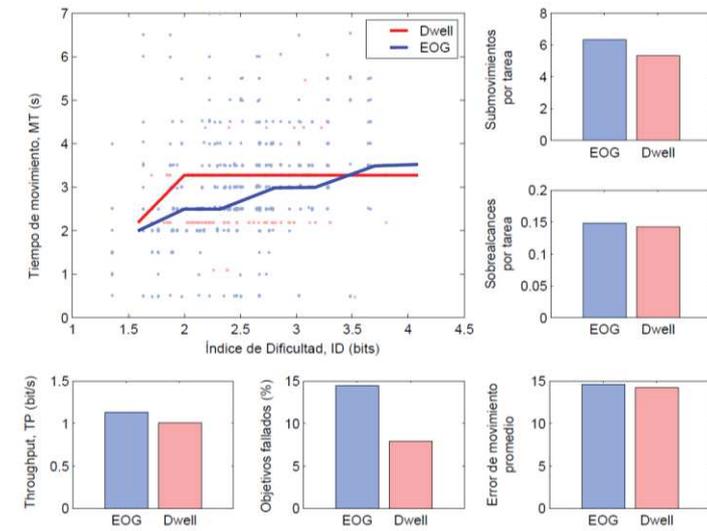


Figura 2. Valores promedio medidos de los parámetros de cuantificación del rendimiento en la tarea.

4. Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo, se ha validado la combinación de un ratón inercial y una interfaz EOG para el control del cursor del ordenador en la selección de objetivos en pantalla. Los resultados obtenidos sugieren que el uso del EOG (a través del parpadeo) como herramienta de selección permite incrementar la velocidad de selección, aunque se incrementa el número de fallos. En trabajos futuros, se pretende comprobar la utilidad de esta integración en usuarios con limitaciones motoras producto de trastornos como la parálisis cerebral.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer el apoyo de IBERADA (Red Iberoamericana para el estudio y desarrollo de aplicaciones TIC basadas en interfaces adaptadas a personas con discapacidad, 512TR0466), financiada por CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Gracias también a la Obra Social de Caja Cantabria, entidad financiadora del proyecto IVANPACE.

Referencias

- [1] C. Cans. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev. Med. Child Neurol.*, vol. 42, no. 12, pp. 816–824, 2007.
- [2] E. Iáñez, J.M. Azorín, C. Pérez-Vidal. Using eye movement to control a computer: A design for a lightweight electro-oculogram electrode array and computer interface. *PLOS One*, vol. 8, no. 7, e67099, 2013.
- [3] I. S. MacKenzie, T. Kauppinen, M. Silfverberg. Accuracy measures for evaluating computer pointing devices. *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Comp. Sys. CHI 2001*, pp. 916, 2001.