

**PABLO MÁRQUEZ**

E-Mail: pmarquezs@nexo.es

**ÁNGEL RODAS**

E-Mail: arodas@disca.upv.es

<http://www.disca.upv.es/arodas>DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
DE SISTEMAS Y COMPUTADORES  
(DISCA)UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE VALENCIA.CAMINO DE VERA S/N  
46071 VALENCIA. SPAIN

*Tras un periodo de adaptación, las dificultades de manejo de la tecnología por parte de algunos usuarios con discapacidad suelen desaparecer.*

# ACCESO AL ORDENADOR PARA PERSONAS CON TETRAPLEJÍA. ‘UN RATÓN SIN BARRERAS’

**EL HARDWARE QUE SE PRETENDE DISEÑAR CONSISTE EN UN PERIFÉRICO DE ENTRADA DE DATOS, HEADMOUSE, SIMILAR A UN RATÓN, QUE SE MANEJA A TRAVÉS DEL MOVIMIENTO DE LA CABEZA DEL USUARIO.**

## DISEÑO DE UN RATÓN SIN BARRERAS

### • PARÁMETROS DE DISEÑO

Esta idea ha dado lugar a distintas aproximaciones, algunas de ellas disponibles en el mercado de la mano de empresas como *Irdata*, *Prentkle Romich*, *Origin Instruments* y *Advanced Peripheral Technologies*, entre otras. En la mayoría de los casos se utiliza transmisión por infrarrojos aunque no se descarta el uso de ultrasonidos, radiofrecuencia o sofisticados métodos de seguimiento de los ojos [3].

En nuestro caso, pretendemos obtener un producto alternativo donde el

seguimiento de los movimientos se realice mediante métodos ópticos con ayuda de una cámara, cada vez más presente en nuestros puestos de trabajo, y un hardware específicamente diseñado e independiente del PC. La orientación escogida es cercana a [6], aunque aplicada a campos distintos. Se prefiere esta alternativa frente a la planteada en [4] y [7] donde se utiliza una tarjeta digitalizadora estándar para la emulación del ratón.

Además, a diferencia de [4], la pulsación de los botones del ratón, se controla mediante soplos que se recogen a través de un micrófono. Para ello se

ha implementado un circuito detector que discrimina un soplo corto de uno largo<sup>1</sup>.

A la hora de asignar funcionalidades a los soplos, se podían tomar diferentes alternativas. En la decisión adoptada, que se muestra a continuación, se ha considerado cuáles son las acciones más habituales que se realizan con el ratón, buscando minimizar el esfuerzo del usuario.

<sup>1</sup> La duración del soplo largo es configurable dentro de un rango de 0,5 - 4 segundos.



## • Acceso al Ordenador para personas con tetraplejía •

izquierdo) se efectúen con soplos cortos. La figura 1 muestra los distintos elementos que componen el ratón.

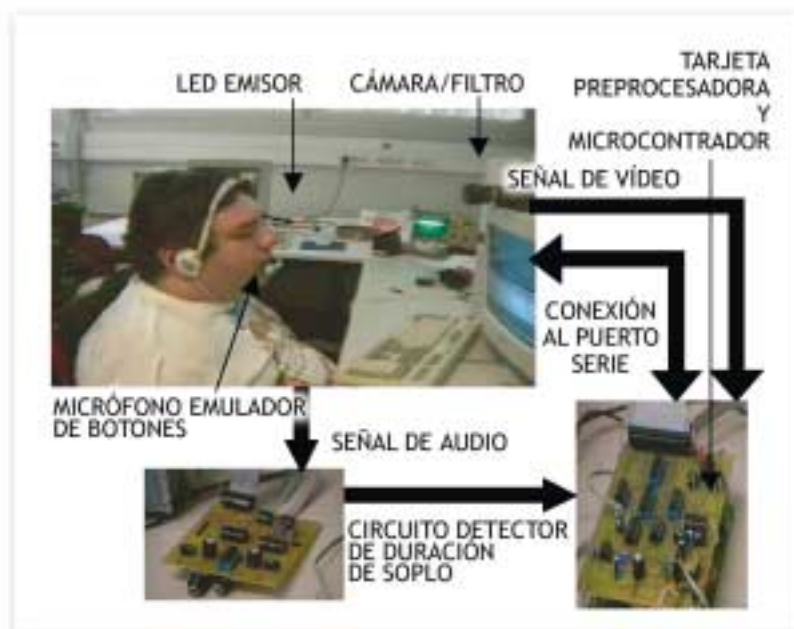
Para seguir el movimiento de la cabeza, se dispone de una cámara con un filtro interferométrico de luz infrarroja de 800 nm y un diodo emisor de luz infrarroja (led) de la misma longitud de onda que el filtro. El emisor se coloca en la cabeza del usuario y la cámara encima de la pantalla, de forma que visualice la posición del led emisor. El filtro permite obtener una imagen donde se aprecia claramente la posición del led en condiciones de iluminación no controladas. Se ha optado por esta alternativa, frente a otras más elaboradas como las presenta-

1 soplo corto	> Click del botón izquierdo del ratón
1 soplo largo	> <b>Coger y arrastrar</b> + 1 soplo corto > Soltar
1 soplo largo + 1 soplo largo	> Click del botón derecho del ratón
2 soplos cortos	> Doble Click del botón izquierdo del ratón

(Tabla 1): Relación entre soplos y clicks de ratón.

Como se observa en la tabla 1, con sólo dos soplos, se pueden llevar a cabo prácticamente la totalidad de acciones que realiza un ratón. Además, de esta forma se ha conseguido que las acciones más habituales (más del 90% de las pulsaciones del ratón son Click y Doble Click

das en [1] y [2] que, aplicadas a campos más generales, precisan un uso intensivo de hardware y software basado en computador. Nuestro objetivo ha sido siempre simplificar el proceso y obtener un producto portable y económico. A fin de extraer información de dicha imagen, es



(Figura 1): Descripción de los distintos componentes del emulador de ratón.

## RESUMEN

El presente trabajo pretende facilitar el acceso al ordenador a las personas tetrapléjicas, cuya motricidad les impide acceder al mundo de la informática. Para ello, se ha diseñado un conjunto de herramientas hardware/software, que ofrecen una interfaz adaptada a este colectivo. El hardware consiste en un periférico de entrada de datos, similar a un ratón, pero que se maneja a través del movimiento de la cabeza del usuario. El seguimiento de los movimientos del usuario se realiza mediante métodos ópticos con ayuda de una cámara y un hardware específicamente diseñado e independiente del PC. Por su parte, la pulsación de los botones del ratón, se controla mediante soplos que se recogen a través de un micrófono. El dispositivo propuesto se acompaña de una herramienta software para permitir la emulación de un teclado.

## ABSTRACT

This work pretends to make easier the access to the computer for handicapped people, whose motor faculty prevents them accessing to the computer's world. In order to achieve this aim, a set of hardware/software tools has been designed, which offer an adapted interface to this collective. The hardware consists of a data input peripheral, similar to a mouse, which is governed by the user's head movement. The follow-up of the user's movements is achieved by optical methods, helped by a camera and a specifically designed hardware, been independent from the PC. The mouse buttons click is controlled by means of blows that are detected by a microphone. This proposed device includes a software tool to allow the keyboard emulation.

**KEYWORDS:** accessibility, handicapped, technical aids, keyboard emulation, mouse emulator, headmouse.

## • Acceso al Ordenador para personas con tetraplejía •

### CONCLUSIONES

Como se puede ver a lo largo de lo expuesto, hemos diseñado un hardware alternativo a los existentes, basado en un microcontrolador, de manera que resulta portable y eficiente, además de económico. Sin duda, el elemento más caro es la cámara, pero hoy en día se puede encontrar a un precio asequible con la ventaja añadida de poder ser usada en propósitos multimedia, amortizando rápidamente su coste. Las pruebas realizadas han dado resultados satisfactorios. No obstante se observó que, en algunos casos, los usuarios tenían algunas dificultades en el manejo del ratón que desaparecían tras un período de adaptación.

Por su parte, la comodidad del producto se puede mejorar fácilmente eliminando el cable que hace llegar el micrófono al circuito detector de sopló como así indican pruebas preliminares donde hemos utilizando transmisión por radiofrecuencia. Otro aspecto a reseñar es la utilización de distintos filtros para la cámara. Inicialmente se utilizó un filtro interferiométrico que sólo deja pasar luz infrarroja de una determinada longitud de onda. Más tarde, buscando el abaratamiento de costes se probó con sencillos fitros de luz roja y led rojo emisor de alta luminosidad obteniéndose también resultados satisfactorios. Respecto al emulador de teclado se plantea la conveniencia de desarrollar algún algoritmo dinámico de predicción de palabras para mejorar la rapidez de escritura.

Una última idea que puede tener mucho potencial es la implementación de diversos teclados “a medida” de cada usuario o desarrollar un editor de teclados.

necesario procesarla en tiempo real. En nuestro caso hemos optado por el diseño de una tarjeta preprocesadora de la señal de vídeo que ofrezca parámetros de posicionamiento a un microcontrolador. Este calculará el desplazamiento de la cabeza y el correspondiente desplazamiento del ratón, determinando la información que tiene que enviar al puerto serie como si de un ratón serie estándar se tratase.

### • ESQUEMA DE LA TARJETA PREPROCESADORA

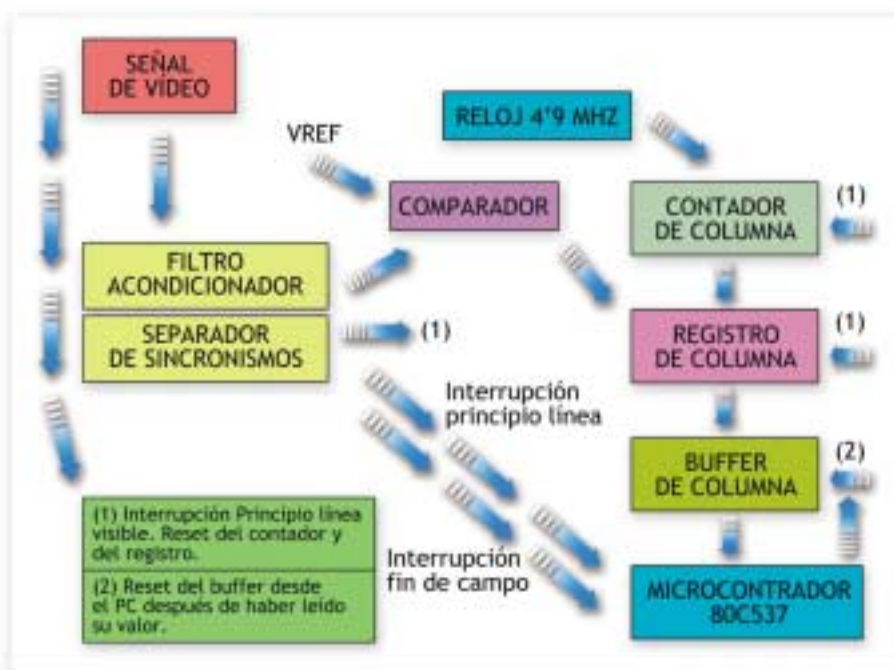
Sin duda, este componente es el más importante del sistema, puesto que detecta la presencia del led en la imagen y comunica su posición al microcontrolador. La tarjeta preprocesadora de la señal de vídeo<sup>2</sup> desarrollada, es una tarjeta digitalizadora de un bit que funciona sincronizada con un microcontrolador. La figura 2 muestra un diagrama de bloques con los principales elementos que la constituyen.

El funcionamiento general del circuito es el siguiente: Hay un contador que indi-

ca la columna que se está “muestreando” en cada momento y que se pone a cero al principio de cada línea. La señal de vídeo que proviene de la cámara se compara con una tensión umbral. Si dicha tensión es superada, significa que se ha detectado el led y que su posición se indica en el contador. En ese instante sólo resta salvaguardarla en el registro de columna. Cuando llega la siguiente línea, el microcontrolador lee el valor del registro y se lo guarda en un vector indexado por la línea que se está “muestreando” en ese momento. De esta manera tiene almacenado el contorno del punto en un vector cuyo índice indica la fila y el valor indica la columna de la imagen donde se ha detectado la presencia del led.

Hay que señalar también, que la precisión del *headmouse* es dinámica. Es decir, que movimientos rápidos de cabeza producen desplazamientos largos del cursor de ratón y movimientos lentos de cabeza implican desplazamientos cortos del mismo, con lo que se consigue una mayor precisión.

En las pruebas realizadas con diversos



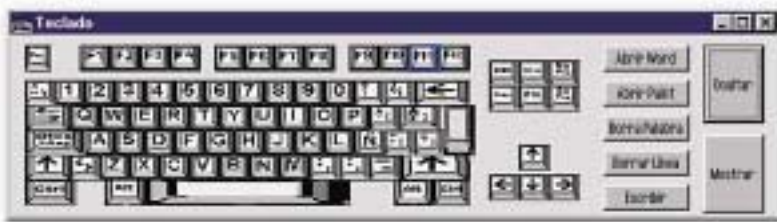
(Figura 2)

Diagrama de bloques de la tarjeta procesadora de imagen.

“ En las pruebas realizadas con diversos usuarios reales, se observó que el aprendizaje del sistema lleva una media de 3 sesiones, dependiendo de la habilidad del usuario. Una vez realizado dicho entrenamiento previo, el control del mismo no presentaba mayor problema”

usuarios reales, se observó que el aprendizaje del sistema lleva una media de 3 sesiones, dependiendo de la habilidad del usuario. Una vez realizado dicho entrenamiento previo, el control del mismo no presentaba mayor problema.

deseada y pinchar, es decir, soplar, sobre ella. Esto tiene exactamente el mismo efecto que si se hubiese pulsado la tecla con un teclado convencional. Cabe destacar el aspecto práctico (por las posibilidades que ofrece) de este teclado



(Figura 3)

Apariencia que presenta el teclado.

Obsérvese los botones de función especial en la parte derecha del mismo, no presentes en un teclado convencional.

### EMULADOR DE TECLADO CONTROLADO CON EL RATÓN

Tal y como hemos comentado anteriormente, poder controlar el ratón no es suficiente. Llega un momento en que necesitamos escribir un documento, dar nombre a un archivo o rellenar algún formulario de internet. Para ello se hace imprescindible el uso del teclado. A fin de dar respuesta a esta necesidad, se ha desarrollado un programa emulador de teclado que permite escribir con el ratón y además de una manera transparente al resto de aplicaciones (ver figura 3).

Para escribir con él, no hay más que situar el cursor del ratón sobre la tecla

como se ha constatado en las pruebas realizadas. No obstante, se ha detectado la conveniencia de desarrollar algún tipo de algoritmo dinámico de predicción de palabras [5] para mejorar el rendimiento en la escritura, ya que de lo contrario resulta un tanto lento el escribir mediante este método. En las pruebas realizadas, la velocidad media es de 20 pulsaciones correctas por minuto.

<sup>2</sup> Una imagen se compone de 625 líneas separadas en dos tramas. Al inicio de cada línea hay un sincronismo de línea (horizontal) y al final de cada trama uno de campo (vertical).

### BIBLIOGRAFÍA

- Fukumoto, M., Suenaga, Y., Mase, K.: Finger pointer: Pointing interface by image processing. Computer & Graphics, (1994) 663-642
- Hoch, M., Fleischmann, G.: Social environment: Towards an intuitive user interface. 3d image and Synthesis, (1996) 155-160
- Isokoski, P : Text Input Methods for Eye Trackers Using Off-Screen targets. Proceedings of ETRA'00, Palm Beach Gardens, November 6-8, (2000), 15-21.
- Kirstein, C., Müller, H.: Interaction with a Projection Screen Using a Camera-tracked Laser Pointer. Proceedings of the 1998 multimedia modeling. IEEE (1998) 191-192.
- Koester, H., Levine, S.: Effect of a word prediction feature on user performance, Augmentative and Alternative Communication, 12, (1996) 155-168.
- Lamela, C., García, E., De la Escalera, A., Salochs M.A.: A New Laser Triangulation Processor for Mobile Robot Applications: Preliminary Results. Proceedings of the IFAC Workshop on Intelligent Components for Vehicles ICV'98 (1998) 69-74
- Lloret, F., Rodas, A.: Aportaciones al Diseño de un Periférico de Entrada Alternativo, Memoria del Proyecto Final de Carrera, Escuela Universitaria de Informática de Valencia. (1997)

### PALABRAS CLAVE

ACCESIBILIDAD  
AYUDA TÉCNICA  
SIMULADOR DE TECLADO  
SIMULADOR DE RATÓN  
RATÓN SIN BARRERAS