

FICHA DE PROYECTO 2015

TÍTULO: Rastreador ocular: El poder de tu mirada (TE04, MENCIÓN 3 TECNOLOGIA ESO I PREMI PÚBLIC)	
Centro: IES Campanar	Curso 4º ESO
Categoría de concurso: TECNOLOGÍA	
Nombre del profesor/a tutor/a: Javier Agustí Almela / Olimpia López-Manzanares Beltrán	
Nombre y apellidos de los alumnos (4 máximo) , que participarán en la feria si el proyecto es admitido. Han de coincidir con los registrados on-line. NO SE PODRÁN MODIFICAR UNA VEZ REALIZADA LA INSCRIPCIÓN.	
1. Álvarez Ortega, Yesica	3. Liu Jia He
2. Alvarruiz Campos, Jorge	4. Guil Ruíz, Francisco

Cada proyecto admitido contará con: **una mesa grande, enchufes y un panel expositor.** También existe la posibilidad de recoger agua. **Cualquiera otro material adicional necesario para el funcionamiento del proyecto tendrá que ser aportado por los participantes**

1. Resumen breve del proyecto y objetivos

Actualmente se están desarrollando numerosos sistemas de interacción hombre-máquina con tecnologías muy diversas: gestos, voz, interfaz cerebro máquina, señales mioeléctricas, movimientos oculares...

Celebrándose en el 2015 el año internacional de la luz, nos hemos planteado realizar un sistema de interacción que tome como referencia los movimientos oculares iluminados con radiación infrarroja (IR) y registrados con una cámara, que permita captar la radiación entre 720 y 900 nm.

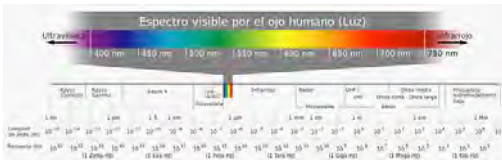
Los sistemas de rastreo ocular por movimientos pupilares (Eye Tracking) permiten interactuar de forma natural, a través de la mirada, con el entorno, pudiendo activar diversos mecanismos, mover el cursor del ratón, utilizar un teclado, etc.

El objetivo del proyecto es montar un dispositivo de seguimiento ocular que permita controlar el cursor del ratón en la pantalla del ordenador, y así poder manejar diversas aplicaciones como juegos, programas de escritura, dibujo, etc.

2. Material y montaje

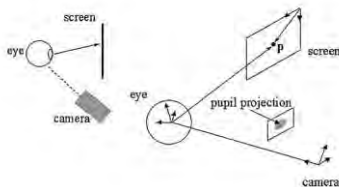
La interfaz hombre-máquina de rastreo ocular que presentamos es un sistema formado por ordenador con una webcam adaptada para capturar la IR. Para ello, se ha eliminado el filtro que bloquea las radiaciones infrarrojas hacia el sensor de la cámara y se ha añadido otro que bloquea todo el espectro lumínico, excepto la radiación infrarroja.

Por otra parte, con leds infrarrojos se ha montado un sistema de iluminación hacia el ojo para que el reflejo de la pupila se pueda utilizar como input de datos y determinar qué punto de la pantalla se está mirando.



El ojo es sensible a longitudes de onda entre 400 nm. y 700 nm., y el espectro infrarrojo va de 700 nm. a 1000 µm. En nuestro caso, utilizamos leds que van de 720 a 850 nm.

La ventaja de utilizar la luz IR es que proporciona una luz estable al margen de las fluctuaciones que puedan darse en el entorno y, al ser invisible para el ojo, no interfiere con la visión.



Esquema de un sistema de rastreo ocular

Hay dos tipos de montaje: remoto o tipo head mounted. En el remoto, la cámara y los leds infrarrojos están situados a distancia del usuario, próximos a la pantalla; en los de tipo head mounted, tanto la cámara como las luces están próximas a los ojos del usuario.

Montaje y estructura

Se han realizado dos tipos de soporte, uno próximo al ojo y el otro remoto.



Soporte próximo (head mounted): Utilizando unas gafas de protección sobre las que se ha montado la cámara y los leds, con una separación entre 1,5 y 2 cm y con un apoyo que las mantiene paralelas al ojo.

Soporte remoto: Con una plataforma sobre el teclado del ordenador, en la que se colocan tanto las luces como la cámara a una distancia entre 30 y 50 cm.

En ambos casos, tanto la cámara como los leds se conectan al ordenador por usb.

Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas.

Se usan dos tipos generales de técnicas de seguimiento de ojos: pupila brillante y pupila oscura. La diferencia entre ellas se basa en la localización de la fuente de iluminación con respecto a los ojos. Si la iluminación es coaxial con la mirada, los ojos actúan como catadióptricos de manera que la luz refleja en la retina un efecto de pupila brillante parecido al de los ojos rojos. En cambio, si la fuente de iluminación no es coaxial con la mirada, la

pupila aparece oscura. La técnica de la pupila brillante genera un mejor contraste iris/pupila debido a un seguimiento de ojos más correcto en relación a la pigmentación del iris y reduce significativamente las interferencias producidas por las pestañas y otras interferencias.

Con el software adecuado se convierte el movimiento del ojo en una serie de coordenadas X e Y, que se definen como el punto al cual se está mirando en el área de calibración.

Existen dos tipos de movimientos oculares: sacádicos y suaves. Los movimientos sacádicos se definen como aquellos en los cuales se cambia en el área de la fóvea, que es el área de la retina en la cual se enfocan los rayos luminosos a un punto periférico. Dicho movimiento es involuntario y se caracteriza por su rapidez. Además del movimiento sacádico, los ojos vibran a una velocidad de aproximadamente 30 a 70 Hz. Los movimientos oculares suaves, tienen como finalidad mantener la imagen cerca de la fóvea.

El primer paso para obtener las características del ojo es el procesamiento de la imagen que se recibe a través de la cámara. El software permite el rastreo (tracking) tanto de la pupila como de uno o dos reflejos de la córnea.

En la figura se puede observar que el programa ITU Gaze Tracker ha identificado la pupila (cruz negra) y el reflejo de la córnea o glint (cruz blanca).



El procesamiento de imagen se realiza con OpenCV (Open Source Computer Vision), una librería de código abierto de la visión en tiempo real, desarrollada por Intel.

Para detectar la mirada, hay que tener en cuenta que al ser un sistema basado en imágenes en movimiento capturadas por la cámara, el programa ha de pasar de un espacio de 2 coordenadas, a 3 coordenadas: eje X, eje Y, y tiempo T.

Obtención del punto de mira en la pantalla

La información acerca del punto de mira, obtenida en el apartado anterior, necesita de un postprocesado para agrupar los puntos de mira alcanzados anteriormente en áreas de interés y ser utilizados en el siguiente paso. Para este fin, se utilizan algoritmos de smoothing (suavizado), que eliminan ese ruido producido por el jitter, o retardo, que se produce cuando el usuario intenta mirar a un punto. El ruido puede provenir de la imprecisión a la hora de obtener las características del ojo, o de los pequeños movimientos que puede realizar el ojo durante una fijación, por lo que el punto en una fijación puede no ser constante, siendo más significativo este error en los sistemas de bajo coste, como el que presentamos.

3. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

Estamos ensayando 2 tipos distintos de software, pues ninguno de los dos nos está dando resultados plenamente satisfactorios: el ITU Gaze Tracker y el Haytham Gaze Tracker, ambos desarrollados por estudiantes de la universidad de Copenhague.

Entre los problemas detectados están la baja calidad de las cámaras y las lentes empleadas, que no siempre permiten ajustar y mantener el ojo en el área óptima de enfoque con la resolución adecuada. Por otra parte, hemos tenido que ir ajustando por ensayo-error la adecuada intensidad y frecuencia de la iluminación infrarroja a emplear, que parece ser distinta según la luz ambiental. Hemos encontrado que la combinación más satisfactoria es una iluminación IR poco intensa con una longitud de onda de 850 nm.

Una deficiencia importante es que el conjunto cámara-luz IR puede verse afectado por la luz solar, por lo que el dispositivo no funciona correctamente en exteriores con radiación solar intensa.

4. Conclusiones

A pesar de las dificultades encontradas los resultados obtenidos son adecuados para poder conocer el funcionamiento y utilidad de los sistemas de rastreo ocular, y conocer sus aplicaciones como medio de interacción con el entorno. Se esta empezando a usar esta tecnología en el caso de personas con movilidad reducida, construcción de paneles de control más ergonómicos, mejora del entrenamiento deportivo, juegos de ordenador, aplicaciones educativas para entrenar el control de la atención, etc.

5. Bibliografía

Abbott, W. W., and Faisal, A. A. (2012). Ultra-low-cost 3D gaze estimation: an intuitive high information throughput compliment to direct brain-machine interfaces. Journal of neural engineering 9. Agustin, J. S. (2010). Off-the-shelf gaze interaction. Ph.D. thesis. IT University of Copenhagen.

El software ITU Gaze Tracker ha sido desarrollado por el ITU Gaze Group.

<http://www.gazegroup.org/forum/>

Haytham Gaze Tracker, desarrollado por Diako Mardanbegi.

<http://eyeinfo.itu.dk/index.php/projects/low-cost-gaze-tracking>

Catálogo de rastreadores oculares

http://wiki.cogain.org/index.php/Eye_Trackers#Low-cost_eye_tracking

Aplicaciones rastreadores oculares

http://www.ergoestudio.com/articulos/articulos/diferentes_aplicaciones_et.php