

Campimetría basada en seguimiento ocular

Asesores: Alfonso Alba

Junio 2016

1. Introducción

La *campimetría visual* es un estudio que se realiza para determinar la extensión y alteraciones del campo visual; es decir, la región del espacio que el ojo puede captar cuando está inmóvil. Este estudio es de gran importancia para el diagnóstico y seguimiento de algunas enfermedades del ojo, tales como el glaucoma, o la pérdida de visión debido a lesiones cerebrales.

La campimetría típicamente se realiza mediante un equipo especial (llamado *campímetro*, Fig. 1a), el cual cuenta con una pantalla o superficie cóncava donde se proyectan o encienden puntos luminosos de intensidad variable. El sujeto se posiciona frente a esta superficie viendo hacia el frente, mientras en el aparato se proyectan puntos de luz en distintas posiciones y con diferente intensidad. El campímetro cuenta también con un botón que el sujeto debe pulsar cuando observa el punto luminoso. Cada vez que se enciende un punto, el dispositivo registra la respuesta del sujeto, y a partir de esta se construye un mapa del campo visual, indicando el grado de sensibilidad del ojo en distintas regiones del espacio visual.

Uno de los principales problemas con el estudio de la campimetría radica en la dependencia de una respuesta (posiblemente subjetiva) por parte del sujeto. El estudio es relativamente largo y tedioso (aprox. 15 minutos), por lo que es común que el sujeto se canse y deje de responder a todos los estímulos. Igualmente, es posible que exista una latencia o retraso significativo en la respuesta del sujeto que pueda confundir los resultados: el sujeto responde de manera tardía a un estímulo y el sistema no alcanza a registrar la respuesta, o peor aún, el sistema asocia la respuesta al siguiente estímulo. Además de este, existen otros factores que pueden llegar a alterar los resultados de la campimetría, como el movimiento del ojo o distracciones externas.

Por estas razones, existe interés por parte de los médicos en diseñar nuevos paradigmas para la evaluación del campo visual que minimicen la subjetividad en la respuesta del paciente.

2. Propuesta

En este proyecto se propone el desarrollo de un nuevo paradigma para la evaluación del campo visual utilizando un seguidor de ojos o eye-tracker EyeTribe de bajo costo (Fig. 1b, [1]). Un eye-tracker es un dispositivo que permite detectar el movimiento de los ojos y la posición de fijación de los ojos en una escena. En la actualidad, existen dispositivos electrónicos que realizan esta tarea mediante una cámara digital y una fuente de luz infrarroja o cercana al infrarrojo cuya luz se refleja en la córnea. El software del dispositivo analiza las imágenes obtenidas de la cámara para detectar la pupila y el reflejo corneal en cada ojo y posteriormente calcular el vector que va del centro de la pupila al centro del reflejo corneal, el cual está relacionado con la dirección hacia la que el sujeto está mirando. Una vez calculado este vector es posible estimar la posición de fijación, habiendo realizado previamente un proceso simple de calibración que usualmente consiste en estimular al sujeto para que fije la vista en los puntos extremos de la pantalla. Un eye-tracker moderno permite de esta manera registrar y clasificar en tiempo real los movimientos de los ojos como fijaciones (mantener la vista en una misma posición por un cierto lapso de tiempo), movimientos sacádicos (el movimiento rápido y coordinado de ambos ojos entre dos fijaciones), además de ser capaz de detectar parpadeos y fijaciones fuera del área de la pantalla. Los eye-trackers tienen además la ventaja de ser totalmente seguros, no invasivos (no existe contacto alguno entre el dispositivo y el sujeto) y no obstructivo.

El paradigma propuesto consiste en presentar al sujeto un estímulo en la pantalla y pedirle que no lo pierda de vista en ningún momento. El estímulo se presentará en el centro de la pantalla para asegurar que el paciente vea hacia esta dirección (en caso de no hacerlo, el sistema podrá detectarlo y actuar apropiadamente). Repentinamente, el estímulo cambiará de posición de manera abrupta hacia la periferia de la pantalla, posiblemente cambiando también de intensidad o tamaño. La premisa es que si la nueva posición del estímulo cae dentro del campo visual sano del paciente, entonces el paciente inmediatamente dirigirá la mirada hacia el estímulo, siguiendo una trayectoria directa; en caso de que el estímulo aparezca en una zona ciega para el paciente, este



(a)



(b)

Figura 1: (a) Campímetro moderno. (b) Dispositivo EyeTribe para rastreo de movimientos oculares.

tratará de buscarlo siguiendo una trayectoria irregular con la mirada hasta encontrar el estímulo. Por lo tanto, la hipótesis es que el análisis de estas trayectorias nos permitirá evaluar la sensibilidad del ojo en distintas posiciones del campo visual.

Para el desarrollo de la aplicación, se utilizará el lenguaje Processing [3], o algún compilador de C++ compatible con EyeTribe. Este dispositivo es útil para estudiar fijaciones, mas no tanto para movimiento sacádicos [2], debido a que la frecuencia de muestreo es de solamente 60 frames por segundo, por lo que uno de los retos será verificar si el paradigma propuesto se puede desarrollar con este eye-tracker de bajo costo.

3. Objetivos

- Incorporar el dispositivo EyeTribe dentro de una aplicación de Processing (o C++) para detectar movimientos sacádicos en tiempo real.
- Implementar el paradigma propuesto en un software prototipo que permita evaluar el campo visual mediante el seguimiento de la mirada, y que lleve un registro de los resultados.
- Realizar una serie de pruebas con para validar la utilidad de la interfaz propuesta. Para esta etapa se contará con el apoyo de un oftalmólogo, y posiblemente un grupo de pacientes con glaucoma.

4. Requisitos

Para el desarrollo del proyecto se sugiere tomar los cursos de Reconocimiento de Patrones y Procesamiento de Imágenes .

5. Cronograma propuesto

Jun-Jul / 2016 - Incorporación del eyetracker en aplicaciones de Processing.

Ago-Sep / 2016 - Detección de movimientos sacádicos en tiempo real.

Oct-Nov / 2016 - Implementación del paradigma propuesto.

Dic-Ene / 2017 - Realización de pruebas iniciales y ajustes al paradigma.

Feb-Mar /2017 - Realización de pruebas de validación. Redacción de tesis (introducción).

Abr-Jun / 2017 - Redacción de tesis (metodología, resultados y conclusiones).

Jul/2017 - Presentación de examen previo. Correcciones finales a la tesis.

Ago/2017 - Presentación de examen de grado

Referencias

- [1] *The EyeTribe eye-tracker*. <http://theeyetribe.com>. Version:2013 (visitado en Mayo, 2016)
- [2] DALMAIJER, E. : Is the low-cost EyeTribe eye tracker any good for research? / PeerJ PrePrints. 2014. – Forschungsbericht
- [3] FRY, B. ; REAS, C. : *Processing programming language*. <http://processing.org>. Version: 2004 (visitado en Mayo, 2016)