
Análisis del uso de la Potencia Óptica de Lentes Electrónicos Controlados por Señales biológicas: Un Enfoque Cuantitativo de Fatiga Ocular

William Gómez Roa
wa.gomez@javeriana.edu.co
Bioingeniería y Ciencia de Datos

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es diseñar y llevar a cabo un experimento en el área de oftalmología y bioingeniería, con el fin de determinar cuantitativamente si existe un cambio en la potencia óptica de unos lentes electrónicos tras un uso prolongado que genere fatiga visual frente a una pantalla digital.

Antecedentes del Problema

En trabajos de grado previos, se ha desarrollado un montaje experimental diseñado para estudiar el sistema visual humano en conjunto con un sistema de visión artificial. En este trabajo de grado, se busca demostrar cuantitativamente si el sistema de visión artificial, mediante un sistema de biocontrol, es capaz de autoajustar su potencia óptica (la curvatura de la lente) en respuesta a los cambios internos en la curvatura del cristalino (lente del sistema de visión natural) cuando se experimenta fatiga visual digital.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un experimento que permita analizar la potencia óptica de los lentes electrónicos en un montaje experimental bajo condiciones controladas. El experimento consiste en evaluar los efectos de la exposición a la lectura de un texto en una pantalla digital durante una hora sobre la potencia óptica de los lentes y el diámetro de la pupila. Se busca determinar si existe alguna diferencia en estas variables antes y después de la exposición.

Descripción de los Datos y su Origen

Los datos serán recopilados de un mínimo de 8 personas y corresponderán a 3 variables de interés necesarias para llevar a cabo el análisis. Estos datos se tomarán durante 1 hora para cada participante.

- **Potencia Óptica Lente Izquierda:** Corresponde a la potencia óptica o al radio de curvatura de la lente izquierda, la cual es función de la corriente que pasa a través de ella. Sus unidades pueden expresarse en términos de potencia óptica o dioptrías, y se refieren básicamente a la curvatura de los lentes, los cuales aumentan o alejan la imagen proyectada en los ojos, similar a unas gafas convencionales, pero electrónicas, que se ajustan automáticamente para permitir una visión clara a cualquier distancia.
- **Potencia Óptica Lente Derecha:** Corresponde a la potencia óptica de la lente electrónica derecha. Este valor, al igual que el anterior, es ajustado y controlado voluntariamente por el usuario para obtener la corrección óptica necesaria para una visión nítida de la pantalla digital.

- **Diámetro de la Pupila:** El diámetro de la pupila corresponde a una medida de la cantidad de píxeles que pertenecen a la pupila en un video grabado de los ojos del participante mientras observa la pantalla digital. El video se captura a través de los lentes y la medida se utiliza para determinar si hubo un efecto causado por la exposición prolongada a la pantalla digital.

Variables de Control y de Respuesta

Variables de control:

Las siguientes variables se van a manipular con el fin de observar cambios en las variables de respuesta

- **Luminosidad:** Corresponde a el brillo establecido por la pantalla digital en una escala de 1 a 100. La idea es tomar 2 brillos diferentes para asignarlos de forma aleatoria a cada participante por medio de bloques.
- **Tiempo de exposición:** Se busca exponer a la persona a una pantalla digital durante un tiempo suficiente para provocar fatiga visual digital.

Variables de respuesta:

- **Potencia óptica lente izquierda:** Se busca determinar si existe un cambio significativo en la potencia del lente electrónico izquierdo después de la exposición a la pantalla digital por un largo tiempo.
- **Potencia óptica lente derecha:** Se busca evaluar la potencia del lente electrónico derecho.
- **Diámetro de la pupila:** Se quiere determinar si existe una diferencia significativa en esta variable antes y después de la exposición al experimento.

Variables Constantes Durante el Experimento

- **Distancia de enfoque:** Es la distancia desde los lentes electrónicos hasta la pantalla digital. Esta distancia es fija e igual para todos los participantes.
- **Ángulo de la cabeza:** Es la posición de la cabeza con respecto a la pantalla digital. Una vez iniciado el experimento, se busca que esta postura se mantenga lo más constante posible. Aunque los factores perturbadores externos y la duración del experimento pueden afectarlo significativamente, la idea es que este no varíe mucho.
- **Luminosidad:** Es el brillo seleccionado en la pantalla digital. Tiene dos niveles: brillo alto y brillo bajo. Permanecerá en el nivel seleccionado durante todo el tiempo de exposición del experimento.
- **Tiempo de exposición:** Es el tiempo que durará la persona mirando a través de los lentes hacia la pantalla digital en el montaje experimental desarrollado. El tiempo estipulado es de 1 hora para todos los participantes.
- **Lectura:** En la pantalla se proyectará el mismo texto, utilizando el mismo tamaño y tipo de letra para todos los participantes.

Posibles Factores Perturbadores

Se prevé que existan una serie de factores perturbadores que no es posible controlar en el experimento. Se busca disminuir sus efectos mediante el uso de bloques aleatorizados, con el fin de reducir la influencia de estos factores en los resultados:

- **Día y hora:** Las variaciones en el día y la hora pueden afectar el estado de alerta y concentración de los participantes, así como las condiciones de iluminación y ruido en el entorno.
- **Estado de cansancio:** El nivel de cansancio de los participantes puede influir en su capacidad de atención y en las respuestas fisiológicas durante el experimento, lo que podría sesgar los resultados.
- **Condiciones ambientales:** Factores como la temperatura, la humedad y el nivel de ruido en el entorno pueden afectar la comodidad de los participantes y, en consecuencia, su rendimiento durante la exposición a la pantalla digital.

Interacciones Posibles entre Variables

- **Tiempo de exposición y la fatiga visual digital:** A medida que aumenta el tiempo que un participante observa la pantalla digital, es probable que la fatiga visual digital también aumente.
- **Brillo de la pantalla y la fatiga visual digital:** Un mayor brillo o un brillo excesivo o insuficiente en la pantalla puede contribuir a la fatiga visual digital, ya que niveles inadecuados de luminosidad pueden forzar la vista y causar incomodidad.
- **Diámetro de la pupila y la fatiga visual digital:** La fatiga visual digital puede influir en el diámetro de la pupila; es posible que una mayor fatiga cause cambios en el tamaño pupilar como respuesta a la iluminación y al esfuerzo visual. Esta es una de las interacciones que se quiere investigar para encontrar evidencia significativa.
- **Brillo de la pantalla y el diámetro de la pupila:** La intensidad del brillo de la pantalla puede afectar el diámetro de la pupila; un mayor brillo podría provocar una constricción pupilar, mientras que un brillo bajo podría llevar a una dilatación.
- **Fatiga visual digital y potencia óptica de los lentes electrónicos:** Se espera que la fatiga visual digital afecte la potencia óptica de los lentes electrónicos, ya que un aumento en la fatiga puede requerir ajustes en la potencia para mantener una visión clara. Esta interacción se quiere comprobar para cumplir con el objetivo del proyecto.

Restricciones del Experimento

A continuación, se presentan las principales restricciones que pueden influir en la validez y generalización de los resultados del experimento:

- **Control de Variables:** A pesar de los esfuerzos por controlar los factores perturbadores, algunas variables pueden no ser completamente controladas, lo que podría afectar los resultados. Esto incluye la postura de los participantes, la disposición o cansancio presnetado en el momento del experimento. Si bien se busca minimizar dichos efectos por medio de bloques aleatorizados con respecto al factor de luminosidad.
- **Selección de Participantes:** La muestra de participantes puede no ser representativa de la población general. Factores como la edad, el género y el estado de salud visual de los participantes pueden influir en la fatiga visual digital y en la respuesta a los lentes electrónicos.
- **Duración del Experimento:** La duración de la exposición a la pantalla digital está limitada a 1 hora, lo que podría no ser suficiente para observar efectos a largo plazo o variaciones en la fatiga visual que puedan desarrollarse con exposiciones más prolongadas.
- **Condiciones Ambientales:** Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, no pueden ser controladas en su totalidad y pueden influir en la comodidad del participante, sequedad de los ojos, entre otros, y, por ende, en la fatiga visual.
- **Adherencia a las Instrucciones:** Los participantes pueden no seguir las instrucciones dadas en cuanto a la posición de la cabeza y en enfocar a la pantalla, lo que puede afectar la consistencia de los datos recolectados.

- **Variabilidad Individual:** La variabilidad en la sensibilidad a la luz y la fatiga visual entre individuos puede introducir ruido en los datos, dificultando la identificación de patrones significativos.

Preferencias de Diseño Experimental

Para el diseño de este experimento, se implementarán las siguientes preferencias:

- **Bloqueo Aleatorizado:** Se utilizará un diseño de bloques aleatorizados para controlar la variabilidad asociada a factores como la luminosidad. Esto permitirá asignar aleatoriamente niveles de brillo a los participantes, minimizando el sesgo en los resultados.
- **Efectos Fijos:** Se considerarán efectos fijos para las variables de control (como el tiempo de exposición y la luminosidad) a fin de evaluar su impacto directo sobre las variables de respuesta.
- **ANOVA:** Se empleará ANOVA para analizar las diferencias entre grupos y evaluar si existen diferencias significativas en las variables de respuesta antes y después de la exposición a la pantalla digital.

Estas preferencias del diseño experimental se seleccionan con el fin de determinar con mayor rigurosidad si existe algún efecto debido a la exposición del experimento sobre la potencia óptica de los lentes electrónicos y el diámetro de la pupila.