

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Soluciones Informáticas
Recibido: 28/01/2020 | Aceptado: 15/04/2020 | Publicado: 01/09/2020

Técnica cromática basada en contraste para cuantificar la supresión en pacientes con ambliopía

Color contrast-based technique for quantifying suppression in patients with amblyopia

Frank Fernández Escalona^{*}, Gilberto Benítez Gautier², Noel Enamorado Salema³

¹ Departamento de Informática, Facultad de Tecnologías Educativas, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 1/2. ffernandez@uci.cu

² Departamento de Informática, Facultad de Tecnologías Educativas, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 1/2. gbenitez@uci.cu

³ Departamento de Informática, Facultad de Tecnologías Educativas, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera San Antonio de los Baños km 2 1/2. noelernesto@uci.cu

* Autor para correspondencia: ffernandez@uci.cu

Resumen

Las pruebas clínicas para evaluar la supresión están diseñadas para comprobar solamente su presencia. Este trabajo está orientado a evaluar la fiabilidad de la cuantificación de la supresión basada en contraste. Se evalúa mediante una tarea dicóptica de discriminación de movimiento global, una técnica de codificación cromática para la construcción de la presentación dicóptica, y la variante de cuantificación que comprende una etapa binocular y otra dicóptica. Para determinar el desempeño en la tarea se utilizó el método de la escalera. Los resultados obtenidos apoyan la tesis sobre la importancia del desequilibrio de contraste intraocular en el proceso de la supresión, corroboran la fiabilidad de la cuantificación de la supresión basada en contraste y validan la viabilidad de la técnica cromática dicóptica.

Palabras clave: cuantificación de la supresión, punto de balance, tarea de discriminación de movimiento global, técnica cromática dicóptica.

Abstract

Clinical tests to evaluate suppression are designed to check only their presence. This work is oriented to evaluate the reliability of the quantification of the suppression based on contrast. It is evaluated by means of a dichotic task of

global motion discrimination, a chromatic coding technique for the construction of the dicoptic presentation, and the quantification variant comprising a binocular and a dichotic stage. To determine the performance of the task, the ladder method was used. The results obtained support the thesis on the importance of the intraocular contrast imbalance in the suppression process, corroborate the reliability of the quantification of the suppression based on contrast and validate the viability of the dichotic chromatic technique.

Keywords: quantification of suppression, balance point, global movement discrimination task, dichotic chromatic technique.

Introducción

La ambliopía es una enfermedad de la visión caracterizada por la disminución gradual e incluso permanente de la agudeza visual en uno o ambos ojos. Esta dificultad visual se manifiesta en edades de infancia temprana y está caracterizada por la supresión, por parte del cerebro, de la imagen que envía el ojo afectado. Es una enfermedad muy frecuente en edades tempranas tanto que según estudios del Instituto Nacional del Ojo (NEI por sus siglas en inglés) afecta entre 2 y 3 de cada 100 niños. Además, se ha convertido en una causa común de pérdida de la visión monocular entre niños, jóvenes y adultos de mediana edad (1). Es válido recalcar que, aunque la enfermedad se desarrolla sin causas y afectaciones orgánicas aparentes, se le ha relacionado con afectaciones visuales como cataratas, errores refractivos y estrabismos, siendo esta última la condición más frecuente en la aparición de la ambliopía.

En temas relacionados con los tratamientos para la ambliopía existen dos vertientes, una que se fundamenta en que la enfermedad en una cuestión monocular en la que debe ser tratado y ejercitado de manera especial el ojo afectado. Estas actividades tributarían luego de un extenso proceso de tratamiento a la mejoría de la visión monocular y por tanto desarrollarían habilidades de la visión binocular (2). Entre los tratamientos más extendidos que se sustentan en esta teoría esta la penalización óptica del ojo sano, ya sea con parches ortópticos o atropina. Ambas variantes persiguen la ejercitación visual del ojo ambliope (ojo afectado) y traen consigo agravados niveles de molestias en pacientes y familiares por las largas jornadas de utilización y otros efectos secundarios. La otra vertiente teórica realiza planteamientos radicales pues sustenta que la ambliopía es un problema binocular y que en su tratamiento se debe promover la cooperación de ambos ojos para reducir la supresión (3). Este enfoque binocular le brinda atención especial a la supresión existente en uno o ambos ojos y es tratada como una dificultad principal que origina la ambliopía. Se ha reconocido la posibilidad de lograr una combinación binocular normal al balancear el desequilibrio de contraste intraocular, o sea estableciendo un punto de balance del contraste donde ambos ojos serían capaces de combinar información visual de manera simultánea (4).

El enfoque binocular se ha utilizado como tarea para tratar de establecer otras variantes de tratamientos menos problemáticos. Se ha generalizado el establecimiento de tres etapas para completar este tratamiento que según el orden a seguir son: reconocer la capacidad de fusión del individuo, cuantificar la supresión y reducir de la supresión. En la aplicación de estas etapas ha sido común la dedicación de gran parte del tiempo y esfuerzo a la cuantificación de la supresión debido a la carencia de pruebas clínicas que brinden un valor cuantitativo de la afectación en los pacientes. Las pruebas existentes están orientadas solo a evaluar la presencia y no a establecer el grado de afectación. Este es un tema que pretende solucionar el enfoque binocular pues se ha demostrado que al reducir de manera artificial el contraste de la información visual que recibe el ojo sano es posible obtener un punto en el cual se logra una combinación binocular similar al que poseen personas sanas en condiciones naturales de visión (5). Este punto es lo que se conoce como punto de balance del contraste intraocular, y se ha establecido como una medida cuantitativa de la supresión.

En la cuantificación de la supresión se han utilizado tareas dicópticas de discriminación global de formas y tareas dicópticas de movimiento global. Estas tareas han tenido un impacto fundamental pues se ha demostrado que la supresión impide la detección de la dirección coherente de movimiento en tareas de procesamiento de movimiento global (6, 7). Es característico de estas actividades la presentación de estímulos visuales clasificados como señal (mantienen comportamientos uniformes) y ruido (se manifiestan aleatoriamente). Estos estímulos son presentados de manera dicóptica a los ojos para evaluar el desempeño de cada ojo al presentarle tanto la señal como el ruido. Este esquema de presentación dicóptica posee dos variantes, una en la que se presenta primero la señal al ojo ambliope, el ruido al ojo sano y luego se intercambian los estímulos. Con esta configuración el punto de balance se obtiene al variar el contraste relativo hasta obtener un valor unitario en la razón de rendimiento al presentar la señal y el ruido a cada ojo. Otras investigaciones (8, 9) exponen la utilización de otra variante que consta de dos etapas: evaluación del desempeño y cálculo del punto de balance. La primera etapa consiste en presentar la señal y el ruido de manera simultánea a ambos ojos y calcular el desempeño. Luego se realiza una presentación dicóptica (se presenta la señal al ojo ambliope y el ruido al ojo sano), se cuantifica el desequilibrio de contraste relativo para lograr un desempeño igual al alcanzado en la etapa precedente.

La necesidad de realizar una presentación dicóptica obliga a buscar variantes tecnológicas que permitan presentar cada estímulo al ojo adecuado. En investigaciones consultadas (8, 9, 10) se han utilizado estereoscopios y cascos de Realidad Virtual, técnicas favorecidas en el tratamiento de la diafonía que es un fenómeno en el que en este contexto el ojo izquierdo percibe elementos que estaban destinados para el ojo derecho y viceversa. Cierta es la ventaja en lo que a tratamiento de la diafonía se refiere, pero requieren de sistemas de visualización relativamente costosos. En esta

investigación se utiliza para lograr la presentación dicóptica la técnica de codificación cromática de imágenes descrita por Barry G. Blundell en su libro: *An Introduction to Computer Graphics Creative 3-D Environments* (11). Esta es una técnica asequible en términos económicos y fácil de implementar, pero es afectada por la presencia de la diafonía (11, 12), lo que produce pérdidas de fotogramas entre los ojos, provoca errores de contraste sensibles a la vista, alteración de los colores y cansancio visual después de un uso prolongado. Además de sufrir el efecto “ghosting¹” en tecnologías basadas en la utilización de tubos de rayos catódicos (11).

El objetivo de esta investigación es realizar un estudio para evaluar la fiabilidad de la cuantificación de la supresión basada en contraste utilizando una técnica de codificación cromática de imágenes.

Materiales y métodos

Estimulación visual

En esta investigación se utilizó para realizar la estimulación visual un kinematograma de puntos aleatorios (RDK por sus siglas en inglés) conjunto con una tarea dicóptica de procesamiento de movimiento global. La composición del estímulo está escenificada por dos grupos de puntos en movimientos conocidos como señal y ruido que se presentan indiferentemente a los ojos del individuo. La señal está compuesta por puntos que se mueven en una misma dirección y sentido, lo que es conocido como dirección coherente; el ruido está formado por puntos que se mueven en una dirección aleatoria (Ver

Fig.1). Los estímulos, en general, comparten características de apariencia y velocidad, aunque es necesario especificar que las señales al salir del área de visualización se redibujan en el extremo opuesto, mientras que el ruido colisiona con los bordes del área de visualización y con cualquier otro tipo de estímulo sea señal o ruido. Este proceso de colisiones evita el solapamiento de los estímulos y no afecta la velocidad ni la aleatoriedad del movimiento del ruido, aunque es cierta la aparición de pistas sobre la existencia de movimiento local al no ser afectada la dirección del movimiento coherente.

¹En este contexto se refiere a que se introduce una réplica de la imagen transmitida, desplazada en posición y que se superpone a la imagen que se está observando.

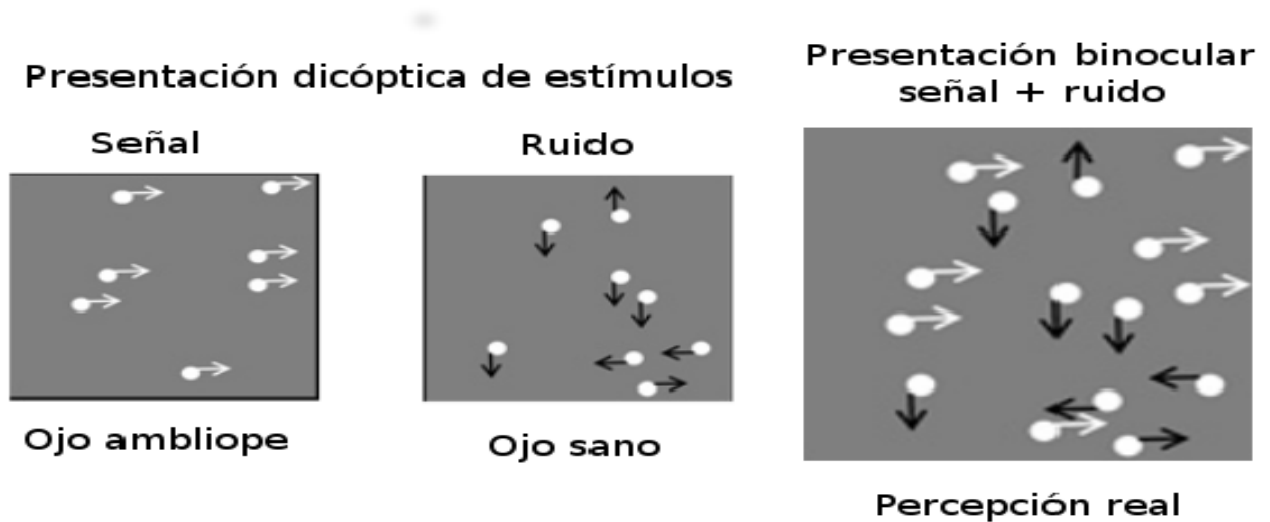


Fig.1. Composición y presentación de los estímulos. En individuos con ambliopía se propone la presentación de la señal al ojo ambliope y el ruido al ojo sano pues es el esquema con el cual se han obtenido los mejores resultados. Otros esquemas no serían incorrectos, pero se afectaría el rendimiento de la prueba al poder observar la señal con el ojo sano.

El tratamiento de los estímulos es el que dicta la complejidad de la tarea, pues es necesario medir la cantidad de señales que posibilita el reconocimiento del comportamiento uniforme o la discriminación de formas. Existe por lo tanto la necesidad de obtener un valor que permita conocer el desempeño del paciente en la tarea y el MCT (acrónimo de Motion Coherence Threshold) propone la metodología para establecer las relaciones entre estímulos de cada tarea. El MCT no es un valor estático y varía dependiendo de la complejidad de la tarea por lo que su obtención se complementa con otros métodos conocidos como métodos psicofísicos². El objetivo de esta tarea es obtener una relación entre la cantidad de señal y ruido que permita establecer un umbral con el cual sea posible visualizar la coherencia de movimiento. Este umbral, relación o proporción se calcula mediante la fórmula:

² Herramientas de la psicofísica que estudian relaciones entre lo físico y lo psíquico. Brindan información de dos importantes propiedades de los mecanismos sensoriales: la fidelidad o exactitud y la sensibilidad o precisión de las sensaciones o respuestas que provoca la observación de estímulos visuales. Estos métodos no responden a un patrón de medida, sino que se utilizan en referencia para el trabajo con cantidades arbitrariamente elegidas y relacionadas con las tareas que se realicen.

$$MCT = \frac{\text{Número de señales}}{\text{Número de estímulos}}$$

Esquema de presentación dicóptica

El proceso de obtención del punto de balance se realiza de manera dicóptica para presentar un tipo de estímulo a cada ojo por separado. Para lograr este efecto se dibujan la señal y ruido con combinaciones de colores rojo/cian para cada uno de los estímulos teniendo en cuenta la selección previa del ojo fijador para realizar la tarea. Como se ha mencionado anteriormente el dibujado de los estímulos se relaciona con técnicas de codificación cromática para poder realizar la presentación dicóptica con lentes anaglifos (ver Fig. 2A). En este proceso es posible obtener la combinación del haz de colores que refleja o absorbe cada lente del anáglifo. Es preciso mencionar que el uso particular de estos colores y la necesidad de seleccionar el ojo fijador se debe a la utilización de gafas anaglifos que tienen ubicado el filtro rojo en el lente izquierdo. Esta ubicación condiciona la presentación visual, pues si el ojo izquierdo es el ambliope las señales deben ser de color cian y el ruido rojo para que puedan ser observados correctamente, contrario es el proceso que ocurre con el ojo derecho si es el ambliope. Esta configuración permite que los estímulos de un color determinado (rojo o cian), sean percibidos de color negro a través del filtro complementario y se fusionen con el fondo de color gris cuando se observan a través del filtro del mismo color.

La existencia de la diafonía en el anáglifo se manifiesta en los problemas para bloquear los colores rojos y cian respecto al fondo gris del área de trabajo, dificultad que se refleja con mayor énfasis en las intensidades altas de esos colores. Esto provoca que los estímulos dedicados a un ojo, también sean percibidos con bajo contraste por el otro ojo lo que afecta la presentación dicóptica (ver 2B). Por este motivo es necesario calibrar la saturación de color de los canales RGB (acrónimo de Red Green Blue por sus siglas en inglés) de cada estímulo con la cual los filtros podrían realizar un mejor bloqueo de los colores (ver Fig. 2).

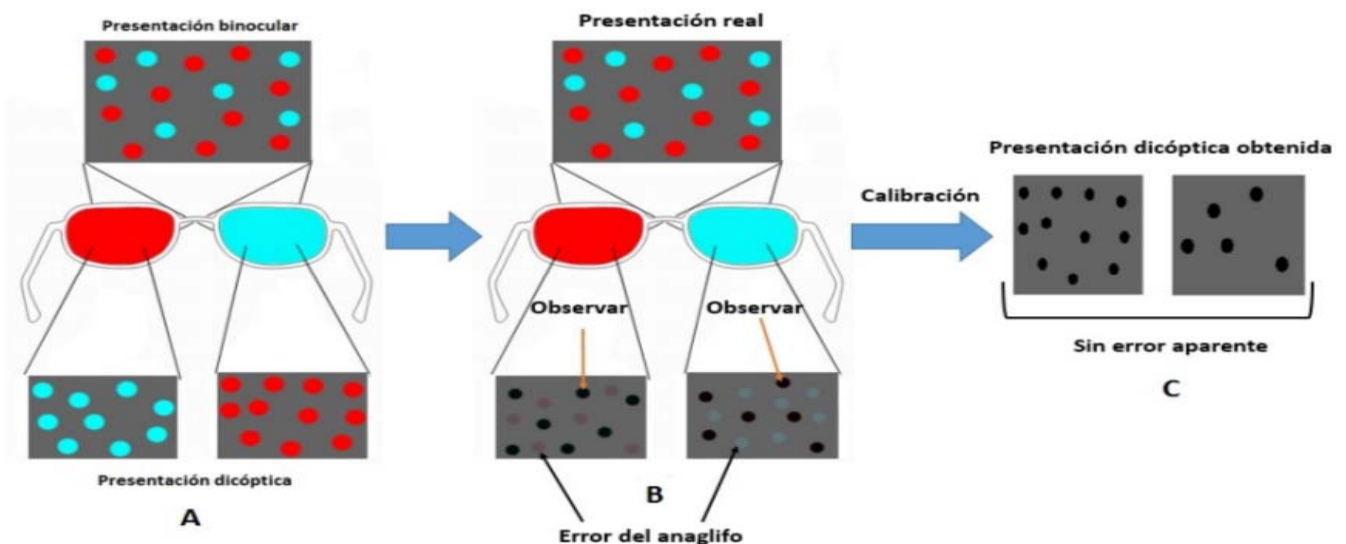


Fig. 2. Proceso de presentación dicóptica de señales y ruido con el anáglifo. La sección A representa la teoría de la presentación dicóptica con el anáglifo, aunque lo que realmente se percibe a través de los lentes es la presentación realizada en la sección B, donde se evidencian los problemas de diafonía. La presentación ideal, que es alcanzada con el proceso de calibración es la observada en la sección C.

Ejecución del procedimiento

Para cuantificar la supresión se utilizó la variante que comprende una etapa binocular y otra dicóptica y el desempeño se asoció al MCT. En la Fig. se describe el proceso general para cuantificar la supresión, el cual incluye una tarea para cada etapa: "Cálculo del MCT" y "Cálculo del punto de balance" respectivamente. La tarea "Calibración cromática", constituye una tarea opcional, pero recomendada para mitigar la diafonía.

En el cálculo del MCT se utiliza el método adaptativo de la escalera en la variante 3 abajo-1 arriba. El usuario puede escoger entre cuatro opciones de la dirección coherente (arriba, abajo, izquierda, derecha) o puede indicar que no es capaz de percibir el movimiento global. Esta última opción también se interpreta como un fallo. Luego de tres aciertos consecutivos se disminuye la cantidad de señales en una cuarta parte de las señales existentes; mientras que, ante un fallo, se incrementa la señal en una cuarta parte de los estímulos restantes. La tarea concluye cuando se alcanzan seis cambios de sentido. Los estímulos siempre son redibujados en posiciones aleatorias cuando el usuario escoge una nueva dirección. El MCT se obtiene a partir del promedio del desempeño alcanzado en los últimos tres cambios de sentidos.

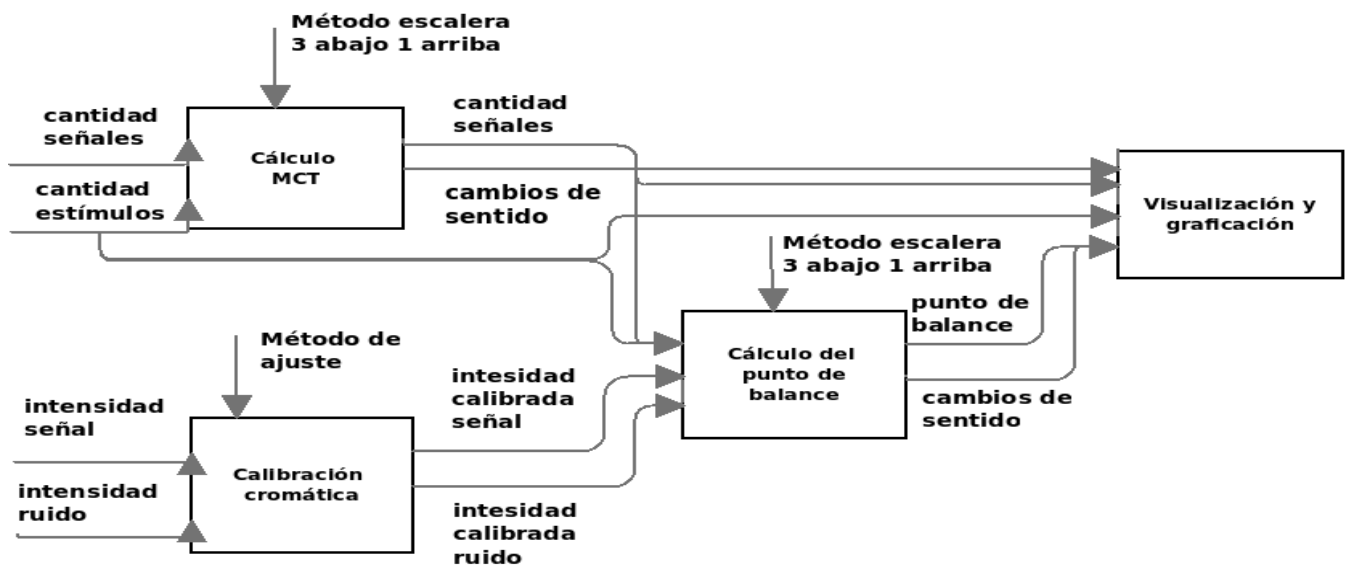


Fig. 3. Procedimiento para cuantificar la supresión

En la etapa dicóptica el objetivo es el mismo: identificar el movimiento coherente; pero en vez de la cantidad de señales, se varía el contraste de la imagen presentada al ojo fijador a partir de la modificación de la opacidad del ruido. Al inicio se establece en cero el contraste de la imagen presentada al ojo fijador, lo cual garantiza que el sujeto puede percibir la dirección coherente. El contraste del ojo ambliope se mantiene fijo durante toda la tarea y el del ojo fijador se varía hasta determinar el punto de balance.

Para determinar el umbral de contraste también se utiliza el método de la escalera en la variante 3 abajo - 1 arriba. En este caso, ante los tres aciertos se incrementa el contraste en una cuarta parte del contraste restante y cuando ocurre un fallo se disminuye en una cuarta parte del contraste actual. La tarea concluye cuando se alcanzan ocho cambios de sentidos o 100% de contraste. La segunda condición de terminación indica la ausencia de supresión. Al igual que en la etapa binocular, los estímulos se redibujan en posiciones aleatorias cuando el usuario escoge una nueva dirección. El punto de balance se obtiene a partir del promedio del contraste relativo alcanzado en los últimos cuatro cambios de sentidos.

En la Fig. se muestran dos instantáneas de la interfaz principal de la aplicación desarrollada, que son representativas de la variante seleccionada para cuantificar la supresión.

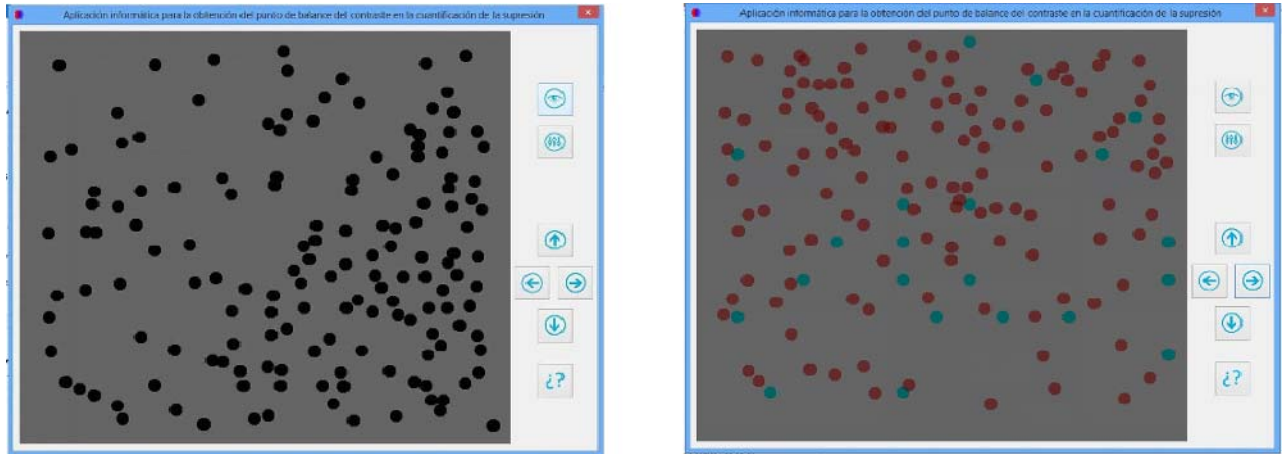


Fig.4. Instantáneas de la interfaz principal de la aplicación. Etapa binocular (izquierda) y etapa dicóptica (derecha)

Particularidades del experimento

Este estudio se realizó como complemento a anteriores investigaciones realizadas en la Escuela Especial Ernesto “Che” Guevara de la Serna, de la ciudad de Bayamo de la provincia Granma. Esta nueva versión se llevó a cabo en la Escuela Especial Pedro Murillo en el centro Ciudad Escolar Libertad en el municipio Marianao, Ciudad de la Habana. Participaron once niños y cuatro de ellos tenían la unidad de agudeza o cercana a esta, por lo que ya no son afectados por la ambliopía. En la Tabla 1 se encuentra los detalles clínicos de los individuos que participaron en el estudio.

La aplicación se ejecutó en una computadora con procesador Intel(R) Core(TM) i3-4130 a 3.40 GHz, 4.00 GB de memoria RAM, sistema operativo Windows 7 y monitor LCD Haier con resolución de 1024x768. El RDK estuvo compuesto por 150 puntos de color negro, no solapados y con diámetro de 20 píxeles sobre un área de 720x640 píxeles, de color gris y 100 de intensidad.

Para la medición de la fiabilidad se utilizó el método “prueba-segunda prueba” y el coeficiente de Spearman. La selección del método estuvo condicionada por la inexistencia de otra prueba clínica para cuantificar la supresión. Se incluyeron en el estudio las mediciones del MCT y del punto de balance. Las pruebas a cada sujeto se realizaron con un tiempo de descanso intermedio de 5 minutos.

Resultados del experimento

En la Tabla 2 se muestran las mediciones del MCT y el punto de balance en los once individuos incluidos en el estudio. Los valores de cien para el punto de balance indican ausencia de supresión, mientras el valor cero representa supresión total.

La correlación entre las mediciones del MCT en la primera y segunda prueba fue positiva y relativamente moderada ($\rho = 0.372, p = 0.364$), mientras que para el punto de balance fue positiva y perfecta ($\rho = 1.00, p = 0.00$). La correlación positiva y moderada entre el promedio del MCT y el punto de balance ($\rho = -0.546, p = 0.162$), sugiere que los individuos con menor grado de supresión alcanzan mejor desempeño en la discriminación de movimiento global. La influencia de la supresión en la agudeza visual del ojo ambliope, parece ser mucho mayor, pues se encontró una correlación positiva alta entre estas variables ($\rho = 0.875, p = 0.004$).

Discusión

Los resultados obtenidos apoyan la teoría sobre la relevancia del desequilibrio de contraste intraocular en el fenómeno de la supresión. En general los resultados de la medición del MCT y el punto de balance fueron comprometidos por la falta de concentración de los individuos y por los problemas de aceptación de la tarea. Los resultados obtenidos en ambas ocasiones (Ver Tablas 2 y 3) convergen en similitud lo que motiva a afirmar la fiabilidad de la aplicación y la técnica cuantificación de la supresión basada en contraste.

Conclusiones

A pesar de las limitaciones del experimento, los resultados corroboran la fiabilidad de la cuantificación de la supresión basada en contraste y al mismo tiempo validan la utilización de una técnica cromática para la presentación dicóptica. Se valorará construir el RDK sin la utilización de colisiones, para eliminar las pistas locales que permiten la detección del movimiento global. Además, se valora la implementación de otros métodos psicofísicos adaptables y la construcción de las interfaces necesarias para establecer todos los parámetros del método implementado. En estudios futuros también se pretende analizar la influencia de la calibración cromática en el cálculo del punto de balance.

Referencias

1. La Ambliopía. Instituto Nacional del Ojo. [Internet]. 2016. Recuperado a partir de: <https://nei.nih.gov/health/espanol/amblyopia/amblyopia>

2. Vitali, Andrea, Facoetti, Giancarlo, Gargantini, Angelo. An Environment for Contrast-Based Treatment of Amblyopia Using 3D Technology. Department of Engineering. University of Bergamo. Viale Marconi 5-24044 - Dalmine (BG), Italy. 2011.
3. Birch EE. Amblyopia and Binocular Vision. *Prog Tetin Eye Res.* 2013; 33:67-84.
4. Mitchell DE, Duffy KR. The case from animal studies for balanced binocular treatment strategies for human amblyopia. *Ophthalmic & Physiological Optics.* 2014; 34:129-45.
5. Hess RF, Thompson B. New insights into amblyopia: Binocular therapy and noninvasive brain stimulation. *Journal of AAPOS.* 2013;17(1):89-93.
6. Mansouri B, Thompson B, Hess RF. Measurement of suprathreshold binocular interactions in amblyopia. *Vision Research.* 2008; 48:2775-84.
7. Hess RF, Hutchinson CV, Ledgeway T, Mansouri B. Binocular influences on global motion processing in the human visual system. *Vision Research.* 2007; 47:1682-92.
8. Vitali A, Facoetti G, Gargantini A. An Environment for Contrast-Based Treatment of Amblyopia Using 3D Technology. International Conference on Virtual Rehabilitation 2013 [Internet]. 2013. Recuperado a partir de: http://cs.unibg.it/gargantini/research/papers/ICVR_2013.pdf
9. Narasimhan S, Harrison ER, Giaschi DE. Quantitative measurement of interocular suppression in children with amblyopia. *Vision Research.* 2012; 66:1-10.
10. Black JM, Hess RF, Cooperstock JR, To L, Thompson B. The Measurement and Treatment of Suppression in Amblyopia. *Journal of Visualized Experiments* [Internet]. 2012; December (70). Recuperado a partir de: <http://www.jove.com/video/3927>
11. Blundell BG. *An Introduction to Computer Graphics Creative 3-D Environments.* London: Springer; 2008.
12. Woods AJ, Yuen KL, Karvinen KS. Characterizing crosstalk in anaglyphic stereoscopic images on LCD monitors and plasma displays. *Journal of the Society for Information Display.* 2007;15(11):889-98.
13. Mower GD, Christen WG, Burchfiel JL DF. Binocular summation of contrast remains intact in strabismic amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48.
14. Levi DM, Yu C, Kuai S, Rislove E. Global contour processing in amblyopia. *Vision Research.* 2007; 47:512-24.
15. Mansouri B, Hess RF, Allen HA, Dakin SC. Integration, segregation, and binocular combination. *Journal of the Optical Society of America A.* 2005;22(1):38-48.
16. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A new binocular approach to the treatment of Amblyopia in adults well beyond the critical period of visual development. *Restorative Neurology and Neuroscience.* 2010; 28:793-802.
17. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. Restoration of Binocular Vision in Amblyopia. *Strabismus.* 2011;19(3):110-8.

18. Hess RF, Mansouri B, Thompson B. A Binocular Approach to Treating Amblyopia: Antisuppression Therapy. *Optometry and Vision Science*. 2010;87(9):697-704.
19. Vitali A, Facoetti G, Gargantini A. An Environment for Contrast-Based Treatment of Amblyopia Using 3D Technology. *International Conference on Virtual Rehabilitation 2013 [Internet]*. 2013. Recuperado a partir de: http://cs.unibg.it/gargantini/research/papers/ICVR_2013.pdf
20. Narasimhan S, Harrison ER, Giaschi DE. Quantitative measurement of interocular suppression in children with amblyopia. *Vision Research*. 2012; 66:1-10.
21. Woods AJ, Yuen KL, Karvinen KS. Characterizing crosstalk in anaglyphic stereoscopic images on LCD monitors and plasma displays. *Journal of the Society for Information Display*. 2007;15(11):889-98.
22. Sanftmann H, Weiskopf D. Anaglyph Stereo Without Ghosting. *Eurographics Symposium on Rendering*. 2011.

Anexos

Tabla 1. Detalles clínicos de los pacientes con ambliopía que participaron en el experimento. Las siguientes abreviaturas fueron utilizadas: AV por agudeza visual, OI por ojo derecho, OD por ojo izquierdo, ES por esotropía, ESF por dioptría esférica y ALT por supresión alterna.

Individuo	Edad	Ambliopía	Refracción	Estrabismo	Supresión	AV	Dominancia
I1	7	OI:-	+1.050+0.50*180 ⁰	-	OD	0.9	OI
		OD: mixto	+2.00 ESF	ES 45 ⁰		0.0 5	
I2	6	OI:-	-0.50 ESF	-	-	1.0	OD
		OD:-	Plano	-		1.0	
I3	8	OI:-	-8.00 -3.50 *180 ⁰	-	-	0.6	OD
		OD:-	-7.00 -2.50 *150 ⁰	-		0.7	
I4	8	OI:-	+0.50 +0.50 *90 ⁰	-	-	1.0	OD
		OD:-	+1.25 +0.50 *90 ⁰	-		1.0	
I5	9	OI:-	+3.75 -2.75 *35 ⁰	-	-	1.0	OD
		OD:-	+3.75 -2.75 *155 ⁰	-		1.0	
I6	10	OI:-	-11.00-2.00 *166 ⁰	-	OI	0.3	OD
		OD:-	-14.00-2.50 *15 ⁰	-		0.3	

I7	8	OI:-	$+1.50+0.75*180^0$	-	ALT	1.0	OD
		OD: mixto	$+1.00+0.75*180^0$	ES 10^0		1.0	
I8	8	OI: mixto	$+1.00 -2.00 *60^0$	ES 10^0	-	1.0	OD
		OD: -	$+1.00+1.75*180^0$	-		1.0	
I9	7	OI:-	$-8.00 -3.50 *180^0$	-	-	0.3	OI
		OD:-	$-7.00 -2.50 *150^0$	-		0.3	
I10	7	OI:-	$+0.50 +0.50 *90^0$	-	-	1.0	OI
		OD:-	$+1.25 +0.50 *90^0$	-		1.0	
I11	7	OI:-	$+3.75 -2.75 *35^0$	-	-	1.0	OD
		OD:-	$+3.75 -2.75 *155^0$	-		1.0	

Tabla 2. Mediciones del MCT y del punto de balance en la Escuela Especial Ernesto “Che” Guevara. Se utilizaron las siguientes abreviaturas: P1 por primera prueba, P2 por segunda prueba.

Individuo	MCT1	MCT2	PV1	PV2
AL	0.44	0.57	0	0
CL	0.44	0.22	100	100
KT	0.30	0.29	100	100
LA	0.27	0.29	100	100
BL	0.32	0.23	100	100
FK	0.32	0.30	24	24
IV	0.26	0.19	100	100
LE	0.37	0.34	100	100

Tabla 3. Mediciones del MCT y del punto de balance en la escuela Pedro Murillo.

Individuo	MCT1	MCT2	PV1	PV2
I1	0.48	0.57	0	0
I2	0.44	0.42	100	100
I3	0.35	0.39	100	100
I4	0.27	0.29	100	100
I5	0.52	0.53	100	100
I6	0.32	0.30	100	100
I7	0.28	0.19	100	100
I8	0.39	0.34	100	100
I9	0.44	0.57	100	100
I10	0.55	0.40	100	100
I11	0.45	0.40	100	100