

TECNOLOGÍA DE SEGUIMIENTO OCULAR PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA

Anna Samary Rodríguez-*Quijano*¹, Fiorella Aermaluvac Eguía-*Valdés*¹, Jojhan Eliézer Cu-*Barrera*¹, Óscar Javier Villanueva- *Quero*¹

Universidad Modelo. Campus Mérida. Aparcamiento, México 176, 97305 Mérida, Yuc.

Autor de correspondencia: annasrq.05@gmail.com (Anna Samary Rodríguez-*Quijano*¹)

Resumen

La tecnología de seguimiento ocular (eye tracking) ha demostrado ser una herramienta prometedora para la detección temprana de trastornos del espectro autista (TEA). Este enfoque permite identificar patrones de atención visual únicos en niños con TEA, como una preferencia reducida por estímulos sociales y un interés desproporcionado en imágenes geométricas. Estas diferencias en el comportamiento visual son medibles con dispositivos como el Tobii T120 Eye Tracker, que registra métricas como el tiempo de fijación y los movimientos sacádicos [6][7]. Estudios recientes han validado la efectividad de los biomarcadores derivados del seguimiento ocular para diferenciar a niños con TEA de aquellos con otros trastornos del neurodesarrollo. Por ejemplo, el análisis de patrones de atención social y no social permitió una sensibilidad diagnóstica del 91% y una especie y felicidad del 87% al integrarse con evaluaciones clínicas convencionales [7]. Estas capacidades convierten al seguimiento ocular en una herramienta accesible y no invasiva ideal para el diagnóstico en etapas tempranas [6][7]. La implementación del seguimiento ocular no solo mejora la precisión diagnóstica, sino también facilita el acceso a intervenciones tempranas al reducir los tiempos de espera en los procesos de evaluación. Este avance tecnológico ofrece una solución viable para la detección oportuna del TEA, particularmente en contextos clínicos con recursos limitados.

Palabras claves: Seguimiento ocular, Trastornos del espectro autista (TEA), detección temprana, tecnología asistida.

EYE TRACKING TECHNOLOGY FOR EARLY DETECTION OF AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Abstract

Eye tracking technology has proven to be a promising tool for the early detection of autism spectrum disorders (ASD). This approach allows us to identify unique visual attention patterns in children with ASD, such as a reduced preference for social stimuli and a disproportionate interest in geometric images. These differences in visual behavior are measurable with devices such as the Tobii T120 Eye Tracker, which records metrics such as fixation time and saccades [6][7]. Recent studies have validated the effectiveness of biomarkers derived from eye tracking in differentiating children with ASD from those with other neurodevelopmental disorders. For example, analysis of social and non-social attention patterns enabled a diagnostic sensitivity of 91% and a species and happiness of 87% when integrated with conventional clinical assessments [7]. These capabilities make eye tracking an accessible and non-invasive tool ideal for early-stage diagnosis [6][7].

The implementation of eye tracking not only improves diagnostic accuracy, but also facilitates access to early interventions by reducing waiting times in the evaluation processes. This technological advance offers a viable solution for the timely detection of ASD, particularly in resource-limited clinical settings.

Keywords: Eye tracking, autism spectrum disorders (ASD), early detection, assistive technology.

Introducción

El trastorno del espectro autista (TEA) afecta aproximadamente al 1% de la población mundial, siendo un trastorno del neuro desarrollo caracterizado por desafíos en la comunicación, la interacción social y patrones de comportamientos repetitivos. La detección temprana es crucial, ya que permite la implementación de intervenciones que mejoren significativamente el desarrollo y la calidad de vida de los niños diagnosticados. A nivel nacional, herramientas innovadoras como el seguidor ocular han mostrado un potencial prometedor en la identificación de patrones de atención atípicos en infantes y niños pequeños, asociándolos con el TEA desde edades muy tempranas, incluso antes de los 2 años de vida [6][8].

En México, las cifras específicas sobre la prevalencia del TEA son limitadas; sin embargo, se estima que al menos 1 de cada 115 niños presenta este trastorno. En Yucatán, el acceso limitado a herramientas de diagnóstico avanzado y la falta de especialistas en la área dificultan la detección oportuna especialmente en comunidades rurales y marginadas [7][8]. Esto subraya la necesidad de metodologías accesibles y efectivas que permitan superar estas barreras.

En Mérida, Yucatán, el diagnóstico de TEA se enfrenta a varios desafíos: el tiempo promedio para una evaluación puede retrasarse hasta los 4 años, reduciendo las oportunidades de intervención temprana. Este retraso se agrava en regiones con recursos médicos limitados y con alta

prevalencia de desigualdades económicas. Aunque se han hecho esfuerzos por capacitar a pediatras y otros especialistas, las herramientas utilizadas aún son costosas o requieren extensos períodos de capacitación [6] [7].

El eye tracking emerge como una solución viable para enfrentar estas problemáticas. Este método, que mide movimientos oculares y patrones de fijación ante estímulos visuales, puede integrarse fácilmente en entornos clínicos locales. Además, estudios recientes sugieren que esta tecnología logra identificar diferencias en la atención hacia rostros y movimientos biológicos, con una precisión superior al 80% en niños con TEA [6] [8]. Este proyecto tiene como objetivo desarrollar e implementar una metodología basada en eye tracking para la detección temprana de TEA en niños de 1 a 5 años en Mérida, Yucatán. Al integrar esta herramienta en consultorios pediátricos locales, se busca:

Reducir los tiempos de diagnóstico.
Identificar patrones de atención característicos del TEA en la población infantil yucateca.

Proveer a las familias un acceso más temprano a intervenciones específicas.
Con este enfoque, el proyecto pretende no solo mejorar los índices de diagnóstico en la región, sino también sentar un precedente para la aplicación de tecnologías avanzadas

en comunidades con limitaciones de recursos.

Metodología de análisis y recolección de datos

Para la elaboración del prototipo se usó una tecnología principal, Python, esta es una herramienta muy utilizada para el análisis de datos debido a que es muy fácil de usar e implementar además de que tiene un sinfín de librerías las cuales nos ayudan a agilizar nuestro desarrollo de manera que podamos enfocarnos más en funcionamiento y menos en la programación, usamos 2 librerías importantes las cuales son media pipe y cv2 las cuales ya incluyen un *facetracker* el cual nos ayuda a detectar la posición de la cara, así como la de la nariz, cejas, mentón, etc. Cabe recalcar que también usamos Kinect para la interfaz, más este mismo no se usa para ninguna funcionalidad del código y no será mencionado más allá de ejemplificaciones.

En el código hacemos lo siguiente:

Se crea un objeto FaceMesh, el cual es el responsable de rastrear la posición de la cara; también se definen los índices del ojo derecho y el ojo izquierdo. Estos son dados a nosotros por la documentación de media pipe para saber la localización de los ojos con respecto a la cara. Cv2 nos proporciona el objeto Video Capture de cv2 para la detección de la cámara, el cual usamos para esto mismo, definimos el ancho y el largo de la pantalla para la lógica del tracking asimismo definimos la función calibrate, en la que hacemos varias cosas: se muestra la captura de video de cv2, también se muestran los puntos de calibración en pantalla, se espera el *input* del usuario en donde, la tecla 'c' se usará para detectar el punto de calibración. se calculan el *offset* y la escala de la persona, la cual se usará para el siguiente componente, el ciclo while principal; en donde, entre otras cosas: se define para la medición de la mirada en la pantalla y mostrará las imágenes con un área

focal para la detección de TEA. Se guardaron los puntos en dos listas, *in_area* y *eye_positions* para cálculos. Después de que el tiempo establecido acaba, se hace una comparación, si el promedio, es decir, el tiempo que vio el área entre la longitud de las posiciones de los ojos, es mayor a 0.4, entonces significa que ha visto el área más del 40% y por nuestra investigación podemos concluir que no hay indicios de espectro autista.



Análisis de resultados

Una vez que el tiempo establecido concluye, se compara el promedio del tiempo que el usuario enfocó el área de interés con la longitud de las posiciones registradas de los ojos. Si este promedio es mayor a 0.4 (40%), se concluye que el usuario miró el área durante un tiempo suficiente. Basándonos en nuestra investigación, esto indica que no hay indicios de TEA.

Resultados

El software detecta y analiza la posición, el movimiento de los ojos y el tiempo que mantiene la mirada una persona a un objetivo mediante un sistema de eye-tracking esto nos permite poder detectar el grado de concentración que tiene una persona y así saber si tiene o no autismo.

Como se puede observar en la imagen el software detecta mediante una cámara la posición en la que estas mirando la imagen como se puede ver hay un punto rojo que moviendo los ojos va cambiando de posición y así poder saber la concentración que tiene una persona hacia un objetivo o en este caso a los ojos de una persona.



Figura 1. Imagen de la aplicación en funcionamiento en con junto al eye tracking

En el caso contrario si el paciente no logra mantener contacto visual en el tiempo designado saldrá un mensaje indicando que el paciente no pudo mantener la concentración o el contacto visual a los ojos de la persona lo que quiere decir que a este paciente se le notan indicios de autismo.

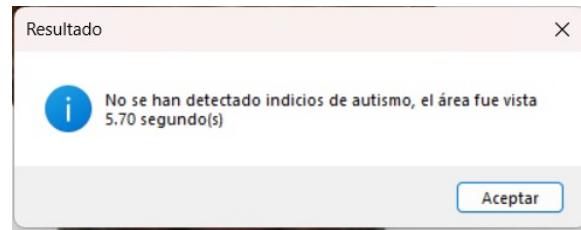


Figura 2. Notificación una vez finalizada el diagnóstico y analizado los datos recopilados con respuesta negativa a posible (TEA).

En el caso contrario si el paciente no logra mantener contacto visual en el tiempo designado saldrá un mensaje indicando que el paciente no pudo mantener la concentración o el contacto visual a los ojos de la persona lo que quiere decir que a este paciente se le notan indicios de autismo

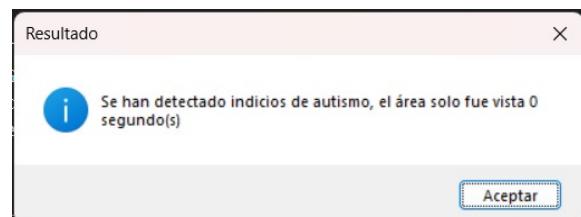


Figura 2. Notificación una vez finalizada el diagnóstico y analizado los datos recopilados con respuesta positiva a posible (TEA).

Bibliografía

- American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>
- Carrillo García, S. (2019). Artículo científico. En S. Carrillo García, L. M. Toro Calderón, A. X. Cáceres González, & E. C. Jiménez Lizarazo, *Caja de herramientas. Géneros Textuales*. Universidad Santo Tomás.
- CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Galvis García, R. E. (2020).