

Estudio descriptivo sobre herramientas de dispositivos eye-tracking

Descriptive study tools devices eye-tracking

Álvarez Danilo
Gómez Daniel
Universidad de Nariño
Pasto, Colombia
danilo_0208@hotmail.com,
danielgomezarciniegas@gmail.com

D. H. Peluffo-Ordóñez
Universidad de Nariño
Pasto, Colombia
dhpeluffo@utn.edu.ec

Resumen—En la actualidad, el desarrollo de dispositivos basados en el seguimiento de mirada (Eye-tracking) ha experimentado una gran acogida en diversos campos, tanto de investigación como de aplicación, muestra de ello es el crecimiento en la realización de estudios investigativos en áreas como la medicina, la educación, el marketing, entre otras.

En este documento, se elabora una reseña descriptiva sobre el desarrollo y aplicación que los dispositivos eye tracking han experimentado recientemente basada en la revisión de artículos de investigación y webs especializadas que tratan el tema.

Palabras Clave— *Eye-tracking; marketing; Educación; medicina; investigación*

Abstract—nowadays, development based on gaze tracking, has experienced great reception in several fields, both research and application, example is the growth in conducting research studies in areas such as medicine, education, marketing, among others.

In this document, a descriptive review of the development and implementation eye tracking devices have experienced recently based on a review of research articles, specialized websites that speak about the topic.

Keywords— *Eye-tracking; marketing; Education; Medicine; research.*

I. INTRODUCCIÓN

A través de la historia, el hombre ha visto la necesidad de desarrollar herramientas que contribuyan con el conocimiento de su propia mente, pero solo a partir de la mitad del siglo XX se ha logrado realizar mediciones sobre las funciones fisiológicas y cognitivas mediante procesos de percepción visual, gracias a la evolución de la tecnología [1,2]. Una de las herramientas que ha permitido conocer cómo trabaja el sistema visual y cómo el cerebro responde a sus estímulos ha sido el seguidor ocular. Diversidad de campos como el mercadeo, la medicina, la educación, videojuegos, páginas web, entre otros [1], han buscado la manera de incluir sus

contenidos de tal forma que sean atractivos y útiles para el consumidor, es allí donde se incluye el análisis de procesos visuales, requiriendo el uso de dispositivos capaces de capturar datos sobre dichos procesos, para esa tarea se hace necesaria la inclusión del seguimiento ocular o eye-tracking.

Debido a la variedad de campos que puede abarcar el eye-tracking, han sido varios los desarrolladores que han elaborado dispositivos para tal fin, gracias a esto se ha llevado el uso de esta técnica a numerosos estudios [2].

El eye-tracking se considera como una solución tecnológica que pretende extraer información del usuario a través de sus movimientos oculares; se define como el conjunto de herramientas que permiten monitorear y registrar la forma en la que una persona mira una determinada imagen, el tiempo y la secuencia de su investigación visual [2]. Existe un sinnúmero de técnicas de aplicación de eye-tracking, estas a su vez cuentan con una variedad de disciplinas en la cuales pueden aplicarse como lo son el estudio de marketing y publicidad o la investigación en la medicina y la psicología entre otras [1, 2].

En las siguientes páginas, se presenta información acerca de documentos investigativos que han tenido lugar en los últimos años y abordan el tema de eye-tracking tanto como método para estudios de investigación, así como para el desarrollo de la tecnología misma, esto se hace mediante una revisión de artículos de investigación, webs especializadas en el tema. Para tratar la información de manera organizada se hace necesario separarla según las aplicaciones que tenga en un área determinada, así se dividirá en:

- A) Marketing.
- B) Educación.
- C) Eye-trackers.
- D) Ciencia y Medicina.

Todo esto con el fin de elaborar un documento que permita resaltar las capacidades de esta tecnología, además de hacer referencia a algunos dispositivos que dado su costo abren las

puertas para futuros trabajos investigativos de bajo presupuesto.

II. DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE EYE-TRACKING

El auge alcanzado por la tecnología eye-tracking en los últimos años y la accesibilidad a los dispositivos que la soportan, han impulsado su investigación en distintos niveles y áreas del conocimiento, cada trabajo investigativo aporta información acerca del avance de esta tecnología, a continuación, se presentan los aportes que algunos trabajos han realizado, separados por área de investigación o aplicación.

A. Marketing

Estudios realizados en el laboratorio de Neurociencias Integrativas y en el Laboratorio de Psicología Cognitiva de Potsdam han determinado que el comportamiento sobre el modo en que se mueven los ojos de una persona cuando desarrolla una actividad [3], permiten obtener información importante que se convierte en un gran indicador para saber en qué fija su mirada una persona al observar una escena o imagen. Esto abre un campo importante en aplicaciones de marketing, pues el ojo se postula como el mejor candidato cuando se quiere medir cambios atencionales y cuando se quiere analizar cuánto tiempo nos detenemos a procesar una imagen [3], de esta manera se han realizado estudios que permiten obtener información del consumidor en cuanto a sus preferencias de marca, etiqueta, segmentación, decisiones de promoción y precio [4].

Resultados en algunas áreas de estudio como en el comercio de productos alimenticios, muestran que la gente no presta atención a las etiquetas nutricionales de los productos debido a su ubicación, lo cual hace que se consuma alimentos de manera que pueda afectar su salud a nivel físico y psicológico [5, 6], con esta información se realizan cambios en posiciones de etiqueta, tamaños de fuente, colores de fondo que no afecten la percepción del consumidor [7].

Otras áreas donde se han desarrollado estudios con eye-tracking es el marketing digital por ejemplo las industrias hoteleras buscan examinar las preferencias de los clientes en sitios web donde la publicidad debe captar la atención del usuario para esto se debe analizar el fondo, el color y el estilo de escritura que debe tener cierto sitio web y que los contenidos multimedia pueden llamar más la atención del cliente [8, 9, 10].

Asher, muestra una comparación entre herramientas similares a las de eye-tracking y este mismo, dando como resultado que el movimiento de los ojos es cien por ciento fiable al momento de evaluar la percepción de un individuo cuando está mirando una imagen que es motivo de estudio, sin embargo, el eye-tracking es capaz de determinar que se está mirando, pero no en que se está fijando. Por esta razón se propone la integración

de esta técnica con otros sistemas de medición neuronales que permitan contrastar la información obtenida a partir del eye-tracking [11,12,13].

B. Educación

En los últimos años se observa cómo la tecnología ha tenido una fuerte influencia en la educación, de esta manera se puede encontrar que con el uso de la herramienta eye tracking, existen varios métodos que se consiguen aplicar a la hora de evaluar diferentes aspectos que influyen en la forma como se da el aprendizaje en las personas, por ejemplo en un estudio empírico [14], realizado a niños de 7 a 11 años se pudo determinar que los contenidos de multimedia que incluyan textos e imágenes son más fáciles de asimilar, por ello un método recomendable para un mejor aprendizaje es que en el diseño de contenidos multimedia las imágenes que se incluyan, vayan acompañadas de una explicación de la misma.

Por otro lado también es posible determinar cómo los estudiantes de mejor rendimiento realizan una observación más detenida y ordenada de un determinado tema, de esta forma se facilita su aprendizaje y el desempeño en la solución de problemas frente a una situación, en cuanto a los estudiantes de bajo rendimiento, realizan observaciones superficiales, en otras palabras no siguen un orden ni le dan importancia a lo que se les plantea, de ahí las dificultades que muestran en el desempeño de una situación pues no razonan ni actúan de manera adecuada[15].

El eye-tracking es además una herramienta muy útil pues permite comprobar qué factores influyen en las personas para que muestren mayor interés por cierto tema, es así como su aplicación contribuye a saber cuándo por ejemplo una persona realiza una lectura lo hace verdaderamente o simplemente pasa la vista, esto regularmente sucede cuando en la lectura se presentan palabras difíciles de entender y un método que ayude a solventar estas dificultades es poner el significado de dichas palabras, pues así al lector se le facilitara su comprensión [16].

En el caso donde el aprendizaje se realiza de manera virtual, el uso de eye tracking ha contribuido a estipular como en las páginas web donde se plantea mucha información y se incluyen demasiados elementos, el estudiante se siente aturdido y de esta manera se le dificulta su enseñanza, caso contrario ocurre cuando la información es clara y las imágenes reflejan los conceptos planteados, pues es así cómo se asimila mejor la información y se adquieren mejor y más fácil los conocimientos [17].

C. Eye-trackers

El eye-tracking es una herramienta capaz de realizar una evaluación objetiva de usabilidad, esta tecnología recibe cada vez más atención dada su utilidad [2], lamentablemente debido a los costos elevados de la gran mayoría de dispositivos utilizados en investigación y aplicaciones su uso ha sido

restringido [18]. Actualmente gracias al desarrollo de componentes más baratos se ha incrementado el interés en la utilización de dispositivos de bajo coste que permiten incluir la interacción persona-ordenador con la mirada [2,18,19]. Una de las áreas que despierta gran atención es la comparación de dispositivos que tienen altas prestaciones y costos elevados con dispositivos de características reducidas que los hacen más económicos, en [20] se presenta una comparación de un dispositivo comercial de alta gama, el SMI RED 250, con un dispositivo de los más económicos del mercado, el Eye Tribe, mediante varias configuraciones donde se comparan: exactitud, precisión, frecuencia de muestreo y software, se determina que aunque el Eye Tribe tiene potencial equiparable al dispositivo de alto costo, su baja capacidad de su software para calibrar, registrar y procesar datos disminuye su utilidad.

Otra muestra de comparación es la que presentan Janthanasub y Meesad [18], donde se compara un dispositivo DIY (Do It Yourself) que es implementado en una aplicación para personas con discapacidad, con dispositivos de bajo costo en el mercado como el Eye Tribe y gazePoints's GP3, se concluye que el rendimiento del dispositivo DIY es el menor de los tres, aun así el costo de su elaboración es mucho más bajo que el precio de los dispositivos dedicados de bajo coste.

A medida que los dispositivos de eye-tracking de bajo costo se popularizan sus capacidades son puestas a prueba, es el caso de [21], que mediante un análisis empírico de características y especificaciones técnicas determina que Tobii eyeX tiene potencial para ser usado en aplicaciones de consumo y otras gracias a la precisión y exactitud de algunas medidas, sin embargo debido a su baja frecuencia de muestreo menor a 55 Hz carece de potencial para investigar movimientos rápidos de la mirada. Pero la investigación sobre estos seguidores oculares económicos no se limita a su hardware y es así que se en [22] se presenta un software de código abierto con un mejor algoritmo de seguimiento de pupila que permite al usuario adquirir y analizar los datos de un eye-tracker móvil, además de permitir reemplazar los algoritmos incluidos con prototipos del usuario en varios dispositivos de eye-tracking móviles, se plantea a futuro un modelado 3d del ojo, soporte para una estimación de la mirada remota, más métodos de calibración y adición de soporte para otros dispositivos.

Gracias a la inclusión de cámaras de alta resolución en dispositivos móviles, el eye-tracking se plantea como una gran alternativa a otros métodos de entrada en ese tipo de dispositivos, así en [23] se propone la inclusión de un algoritmo para la detección de mirada en un dispositivo con sistema operativo android y en [24] un sistema de seguimiento ocular como forma alternativa de interacción con un smartphone, el cual se realiza mediante un programa que lleva los datos tomados por la cámara del smartphone a ser procesados por un ordenador, en ambos casos los resultados no son los mejores pero sientan un precedente acerca del estado de investigación en el área.

D. Ciencia y Medicina

Como bien es sabido el eye-tracking es una herramienta que permite extraer información de un usuario mediante el análisis de movimientos ocular, pues bien, en el campo de la medicina existe la necesidad de explorar qué tan viable puede ser la inclusión del mismo, dado que este tendría una gran contribución en el diagnóstico de pacientes con discapacidad, depresión y se podría aplicar en la ciencia cognitiva [25], es importante tener en cuenta que para el desarrollo de este tipo de ideas se debe analizar e investigar la factibilidad que existe en la interacción que se da entre humano-computador en ambientes de cuidado para la evolución del uso e implementación de nuevos elementos.

Existen otros casos como es el de niños con autismo, en donde es importante medir el nivel de atención prestado por ellos a un determinado contenido, es por ello que el eye tracking permite que mediante el nivel de parpadeo, se establezca a qué tipo de contenidos o expresiones ellos enfocan más su atención; otro descubrimiento realizado mediante la utilización de esta herramienta es que cuando una persona habla con un niño autista el punto de observación para él es la boca mas no se fija en los ojos y expresiones del rostro de quien le está hablando [26], esto se relaciona con el problema para el reconocimiento de expresiones faciales, gracias a estos hallazgos es posible determinar las causa de dicho padecimiento y de su desarrollo, así como de la realización de nuevas técnicas que permitan que el niño (a) autista, pueda mejorar sus relaciones a nivel emocional, social así como el buen desarrollo del aprendizaje.

En el ánimo de algunos investigadores por contribuir con el estudio de pacientes con discapacidad motriz, relacionada a ciertas enfermedades que afectan la movilidad de extremidades hasta la parálisis total del cuerpo, ha llevado a la exploración de tecnología basada en señales electro-oculares [27]. Una de las enfermedades degenerativas es la esclerosis múltiple lateral amiotrófica [28] que afecta a las neuronas motoras encargadas de controlar los movimientos voluntarios debido a esto los pacientes pierden la movilidad total de su cuerpo quedando en un estado vegetativo y perdiendo la comunicación con su entorno. por esta razón el uso de eye-tracking ayuda a la comunicación del paciente para mejorar la calidad de vida de él y su familia.

Existen también enfermedades como el Guillain Barré que ataca el sistema nervioso de manera progresiva que produce debilidad y sensación de cosquilleo en las extremidades [29], en este caso el desarrollo de un sistema que permita mejorar la comunicación mediante el movimiento de los ojos en pacientes con este tipo de enfermedades que además cuente con una interface con mensajes predeterminados y un teclado mejora de manera significativa la manera de interpretar por terceros cuáles son las necesidades de dicho paciente así como la satisfacción de las mismas.

III. DISCUSIÓN

En general, la mayor parte de contenido encontrado en la revisión de la literatura se refería al uso de dispositivos eye tracking en marketing y medicina. En marketing debido a que en el estudio del mercado siempre indaga sobre las preferencias del consumidor, lo cual permite generar estrategias que influyen directamente sobre el factor económico de un producto o servicio, de esta manera el eye-tracking es un medidor potencial de información de cliente.

Por otra parte en la salud, el estudio de enfermedades, la rehabilitación, y la ayuda a mejorar la calidad de vida en pacientes con discapacidad motriz fueron la principal razón en el uso de del eye-tracking, por lo tanto esta tecnología debería ser de un costo alcanzable para pacientes de bajos recursos.

En la educación deberían emplearse más estudios con este dispositivo para detectar a temprana etapa problemas de falta de atención en los estudiantes .

La revisión de herramientas de eye-tracking brindan una fuente importante de conocimiento para realizar trabajos futuros de investigación enfocados a un determinado tema en específico, ya que es bastante el campo de aplicabilidad de este dispositivo.

IV. COMENTARIOS FINALES Y TRABAJO FUTURO

- A lo largo de la revisión de la literatura, se observa que en muchos casos los dispositivos usados o su software no fueron suficientes para satisfacer los objetivos propuestos.
- A pesar del desarrollo que esta tecnología ha obtenido, algunos autores aún no reconocen el potencial del eye-tracking para la interacción persona-ordenador.
- Aunque el nivel de desarrollo del eye-tracking está actualmente bastante avanzado, no es suficiente para poder ser incluido en campos donde las aplicaciones requieren un grado muy alto de precisión y exactitud.
- Cada vez son más los dispositivos de bajo costo que llegan al mercado, por lo cual, la tecnología se vuelve cada vez más asequible fomentando el uso y la investigación sobre este tipo de dispositivos y de sus aplicaciones.
- Se plantea como trabajo futuro, una investigación acerca de la literatura relacionada con dispositivos de eye-tracking de bajo costo, para conocer acerca de las características tanto a nivel de hardware como de software, que permitan conocer el comportamiento de los dispositivos, sus ventajas y desventajas y así posteriormente adquirir el dispositivo de bajo coste que presente las características más favorables para realizar

una comparación de software de código libre compatible con el dispositivo.

REFERENCIAS

- [1] J. Romano B. y A. J. Schall, Eye tracking in user experience design, Morgan Kaufmann, 2014.
- [2] Y. Hassan Montero y V. Herrero Solana, «Eye-Tracking en Interacción Persona-Ordenador,» *no solo usabilidad*, nº 6, 2007.
- [3] N. O. Fernández, G. Fernández y M. Litterio, «Movimientos Oculares y Marketing: un acercamiento al procesamiento de la información.» de *EDUCA XXIV-2010*, Buenos Aires, 2010.
- [4] R. de Oliveira Joaquim dos Santos, C. d. O. J. H., B. R. Jessica y J. de Moura E. G., «Eye Tracking in Neuromarketing: A Research Agenda for Marketing Studies,» *International Journal of Psychological Studies*, vol. 7, nº 1, pp. 32-42, 2015.
- [5] D. Alzate C., M. Castrillón T. y C. P. Henry, «Las etiquetas nutricionales: una mirada desde el consumidor,» *En Contexto*, nº 03, pp. 121-140, 2015.
- [6] K. Gidlöf, A. Wallin, R. Dewhurst y K. Holmqvist, «Using eye-tracking to trace a cognitive process: Gaze behavior during decision making in a natural environment,» *Journal of Eye Movement Research*, vol. 6, pp. 1-14, 2013.
- [7] S. Bogomolova, H. Oppewal, J. Cohen y J. Yao, «An eye-tracking investigation of the price label layout effect on visual attention and choice,» *Asia-Pacific Advances in consumer Research*, vol. 11, p. 104, 2015.
- [8] S. K. A. Robson y N. Breffini, «Show Me What You See, Tell Me What You Think: Using Eye Tracking for Hospitality Research,» *Cornell Hospitality Report*, vol. 14, nº 17, 2014.
- [9] N. López S., «Ensayo sobre la estructuración de los contenidos escritos en portales de empresas que tengan naturaleza pública. Caso epm.com.co,» Trabajo fin de grado, Facultad de Ciencias Sociales y Educación, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, 2014.
- [10] M. Borys, «Eye tracking in marketing research: a review of recent available literature,» de *human capital without borders: Knowledge and learning for Quality of life*, Portoroz, 2014.
- [11] J. Asher, «Comparing eye-tracking to 2 cheaper challengers,» *Quirk's media*, 3 2014. [En línea]. Available: <http://www.quirks.com/articles/comparing-eye-tracking-to-2-cheaper-challengers>. [Último acceso: 8 de Noviembre 2016].
- [12] J. C. Rojas L., «Contribución a la evaluación emocional en el diseño de productos mediante la integración de tecnologías de seguimiento de la mirada (eyetracking), diferenciales semánticos y potenciales evocados (erps),» Tesis doctoral, Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales, Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Valencia, 2016.
- [13] F. Gutiérrez Cl., «Desarrollo de una aplicación para la detección de fatiga mediante técnicas de eye tracking,» Trabajo fin de grado, Escuela superior de informática, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, 2015.
- [14] Ó. Navarro M., A. I. Molina y M. Lacruz A., «Utilización de eye tracking para evaluar el uso de información verbal en materiales multimedia,»

- [15] M. Sajka y R. Rosiek, «Solving a problem by students with different mathematical abilities : A comparative study using eye-tracking,» de *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Prague, 2015.
- [16] d. C. A. Bibiana, D. Karatzas y O. Ramos T., «Eye Tracking for On-Screen Reading,» Universidad autónoma de Barcelona, 2011.
- [17] A. Ramírez V., «Eye-tracking: una técnica de seguimiento de la mirada utilizada en la validación de unidades de aprendizaje,» de *XIII Encuentro Internacional Virtual Educa Panamá*, Panamá, 2012.
- [18] V. Janthanasub y P. Meesad, «Evaluation of a Low-cost Eye Tracking System for Computer Input,» *KMUTNB: International Journal of Applied Science and Technology*, vol. 8, nº 3, pp. 185-196, 2015.
- [19] S. Satish Wankhede, S. A. Chhabria y R. V. Dharaskar, «Controlling mouse cursor using eye movement,» de *Special Issue for National Conference On Recent Advances in Technology and Management for Integrated Growth 2013 (RATMIG 2013)*, Nagpur, 2013.
- [20] K. Ooms, L. Dupont, L. Lapon y S. Popelka, «Accuracy and precision of fixation locations recorded with the low-cost Eye Tribe tracker in different experimental set - ups,» *Journal of Eye Movement Research*, vol. 8, nº 1, pp. 1-24, 2015.
- [21] A. Gibaldi, M. Vanegas, P. J. Bex y G. Maiello, «Evaluation of the Tobii EyeX Eye tracking controller and Matlab toolkit for research,» *Behavior Research Methods*, 2016.
- [22] T. Santini, W. Fuhl, T. Kübler y E. Kasneci, «EyeRec: An Open-source Data Acquisition Software for Head-mounted Eye-tracking,» *Proceedings of the 11th Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, vol. 3, pp. 384-389, 2016.
- [23] I. Karkanis, «Exploring Eye Tracking Techniques On Smartphones,» Thesis, Uppsala University Publications, Uppsala, 2015.
- [23] T. Moreno M., «Diseño, implementación y validación de un sistema de control para smartphone basado en la tecnología de gaze-tracking,» Universidad Autónoma de Madrid, 2013.
- [25] A. Klausen, R. Röhrig y L. Myriam, «Feasibility of Eyetracking in Critical Care,» de *Exploring Complexity in Health: An Interdisciplinary Systems Approach*, 2016, pp. 604-608.
- [26] L. Yi, Y. Fan, P. Quinn, C. Feng, D. Huang, J. Li, G. Mao y K. Lee, «Abnormality in face scanning by children with autism spectrum disorder is limited to the eye region: Evidence from multi-method analyses of eye tracking data,» *Journal of Vision*, vol. 13, nº 10, pp. 1-13, 2013.
- [27] X. G. Méndez Brito, «Diseño y construcción de un sistema de control del cursor de un computador mediante señales electro-oculográficas para personas con discapacidad motriz,» Universidad politécnica Salesiana, Cuenca, 2013.
- [28] NINDS, «National Institute of Neurological Disorders and Stroke,» Junio 2002. [En línea]. Available: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/esclerosis_lateral_amiotrofica.htm. [Último acceso: 9 Noviembre 2016].
- [29] J. C. Polo Castro, *Sistema de visión artificial basado en la detección de los movimientos del ojo, para mejorar la atención de los pacientes con síndrome de Guillain Barré*, Chiclayo: Trabajo fin de grado, Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.