

Introducción

El diagnóstico temprano del trastorno del espectro autista (TEA) es crucial para ofrecer intervenciones adecuadas que promuevan el desarrollo de habilidades sociales, comunicativas y cognitivas. Sin embargo, los métodos tradicionales de diagnóstico suelen ser subjetivos, costosos y tardan en proporcionar resultados. En este contexto, las herramientas tecnológicas han emergido como alternativas prometedoras para apoyar la detección temprana y eficiente del autismo.

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de eye tracking utilizando una cámara con tecnología de infrarrojos y un código en Python, que permita analizar patrones de fijación y movimientos oculares en individuos. Estas características visuales se han identificado como marcadores potenciales para el diagnóstico del TEA, ya que las personas con autismo a menudo presentan diferencias significativas en la forma en que exploran visualmente su entorno.

El sistema implementado busca captar datos en tiempo real sobre la atención visual y el seguimiento de caras, ofreciendo una solución accesible y reproducible para los profesionales de la salud y la investigación clínica. Este proyecto combina técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes, visión por computadora y análisis de datos para proporcionar una herramienta objetiva, eficiente y no invasiva para apoyar el diagnóstico de autismo.

Metodología

Investigación y planificación

- Objetivo: Recopilar información sobre los patrones de movimiento ocular asociados con el autismo y seleccionar las herramientas tecnológicas necesarias.
- Actividades:
 - Revisión de literatura científica sobre eye tracking en el diagnóstico de TEA.
 - Identificación de características clave de los movimientos oculares que podrían ser indicadores del trastorno (fijaciones, sacádicos, seguimiento de objetos).
 - Selección del hardware (cámara infrarroja) y software (librerías de Python para procesamiento de imágenes).
 - Definición de los criterios éticos para la recolección de datos en personas.

2. Diseño del sistema de captura de movimientos oculares

- Objetivo: Configurar la cámara infrarroja y el software para la detección precisa de ojos y su movimiento.
- Actividades:
 - Instalación y calibración de la cámara infrarroja en un entorno controlado.

- Implementación de un código en Python utilizando librerías como OpenCV para el seguimiento ocular.
- Programación de algoritmos para la detección de pupilas, cálculo de vectores de mirada y fijaciones.
- Pruebas iniciales para validar la precisión del sistema en condiciones variables de iluminación.

3. Desarrollo del modelo de análisis

- Objetivo: Extraer características relevantes de los datos capturados y diseñar un modelo para identificar patrones asociados al TEA.
- Actividades:
 - Extracción de métricas como:
 - Duración de fijaciones.
 - Frecuencia y amplitud de movimientos sacádicos.
 - Capacidad de seguimiento de estímulos visuales.
 - Implementación de técnicas de aprendizaje automático (opcional) para clasificar comportamientos visuales típicos y atípicos.

4. Validación del sistema

- Objetivo: Evaluar la precisión y efectividad del sistema en un grupo de prueba.
- Actividades:
 - Diseño de experimentos con estímulos visuales específicos (imágenes, videos o tareas interactivas).
 - Pruebas iniciales con adultos para ajustar parámetros del sistema.
 - Pruebas con niños, previa autorización ética, para evaluar su rendimiento en un entorno realista.
 - Comparación de resultados del sistema con diagnósticos clínicos establecidos.

Resultados

En las primeras pruebas realizadas con el sistema de *eye tracking*, se obtuvieron resultados prometedores en cuanto a la capacidad del seguidor ocular para rastrear los movimientos oculares de los participantes. Sin embargo, se identificaron algunos inconvenientes relacionados con la calibración inicial del dispositivo, lo que afectó la precisión de los datos capturados. Estos detalles fueron cuidadosamente analizados para identificar las causas subyacentes, las cuales incluían ajustes insuficientes en los parámetros de detección y ligeras inconsistencias en la alineación del hardware con los estímulos visuales presentados.

Tras implementar las correcciones necesarias, como la optimización de los algoritmos de procesamiento de imágenes y ajustes en el entorno experimental, se logró una calibración más precisa del sistema. Estas mejoras permitieron al seguidor ocular capturar de manera más exacta las fijaciones y los movimientos sacádicos, reduciendo significativamente los errores en las mediciones y mejorando la fiabilidad de los resultados.

Con las optimizaciones realizadas, el sistema mostró un desempeño notablemente superior en las pruebas posteriores, brindando resultados más consistentes y precisos. Esto no solo confirmó la eficacia de las mejoras implementadas, sino que también validó el potencial del sistema como una herramienta adecuada y confiable para el análisis de patrones visuales en contextos clínicos y experimentales.