Hacking neuronal: uso de realidad virtual libre para el tratamiento del "ojo vago"

Rubén Rodríguez <ruben@gnu.org | ruben@trisquel.org> esLibre 2022

No soy doctor en medicina ¡Esta charla no es consejo médico!

- Tampoco soy abogado
- Y mi consejo financiero no vale de mucho

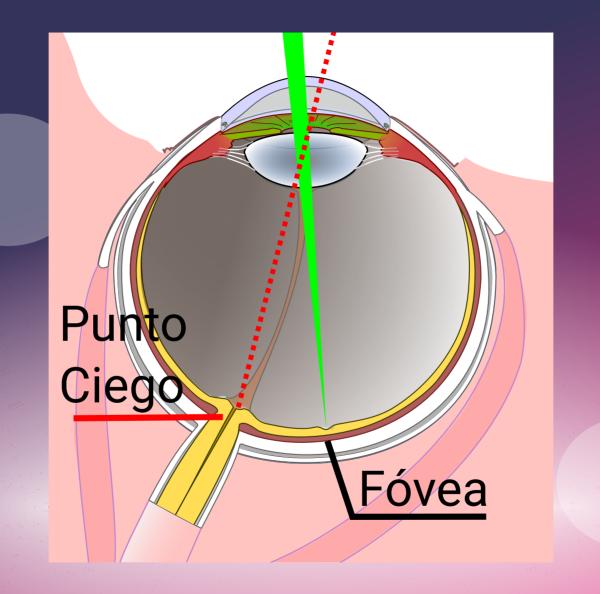
Premisa: tengo ojo vago. ¿Qué es eso?

- El término correcto es *Estrabismo*; desalineación de los ojos
- A menudo causado por problemas en los músculos oculares
- A veces causado por miopía, trauma o infecciones
- En mi caso, nací con problemas en los músculos del ojo



De físico a neurológico

- El cerebro se adapta al problema:
 - Para prevenir la visión doble (diplopia) y dolores de cabeza, el cerebro aprende a ignorar las señales enviadas por un ojo.



De físico a neurológico

- El cerebro se adapta al problema:
 - Para prevenir la visión doble (*diplopia*) y dolores de cabeza, el cerebro aprende a ignorar las señales enviadas por un ojo.
- Esto se denomina *Ambliopía*
 - Consecuencias comunes son el mal reconocimiento de patrones, reconocimiento facial, capacidad de lectura, trastornos del aprendizaje, desordenes emocionales y problemas de salud mental.
 - Ceguera Estéreo o visión plana: la percepción de profundidad está limitada y proviene de contextos visuales como la perspectiva o el paralaje de movimiento

Tratando el cuerpo

- Primero, se tratan las causas del problema físico (estrabismo)
 - Cirugía
 - Gafas (Lentes curvas y/o de prisma de fresnel)
 - Medicación (botox, estimulantes)
- Me operaron para alinear los ojos, a los dos años de edad.

Tratando la mente

- El estrabismo da lugar a la ambliopía
- Corregir el estrabismo a menudo no corrige la ambliopía
- El cerebro se ha asentado en una solución no óptima al problema físico (aunque este ya no exista)
- El cerebro necesita aprender a utilizar los dos ojos de nuevo
 - Parches
 - Gafas
 - Terapia visual



Tratamiento antiguo

- Me pusieron un parche en el "ojo bueno" de los 4 a 8 años
- Leer era muy difícil
- No funcionó, mi cerebro no aprendió a usar el ojo izquierdo
- A los 8 años los médicos dijeron que el tratamiento había fallado y no tenía solución
- No se me prescribió otro tipo de terapia
- Aún tengo ambliopía

Nuevos métodos

- Hace siglos que se estableció como hecho que la ambliopía no tenía cura
- A pesar de esto, en los años 1950-70, Frederick Brock, William Ludlam y otros tuvieron éxito tratando la ambliopía
- Estos tratamientos no fueron bien conocidos hasta cerca del 2000, cuando renació el interés en este campo de investigación
- Los nuevos tratamientos suelen basarse en videojuegos
- Actualmente se usan tratamientos basados en Realidad Virtual

Tratamientos privativos

- Los primeros ejemplos de tratamiento con videojuegos se limitaron al ámbito académico y de investigación, y no se distribuyeron al público
- Las terapias visuales de Realidad Virtual más populares:
 - Vivid Vision, originalmente "Diplopia", proyecto crowd-source de 2014
 - El precio varía según la clínica: \$700-\$1200 por 3 meses
 - Se necesita software privativo más prescripción médica
 - Optics Trainer
 - "Licencia ilimitada": \$4999 (libertad no incluida)
 - Dicopt
 - Proyecto español, 90€/mes, 66€ sin equipo VR (utiliza un smartphone)

Haciendo un reemplazo libre

- Lo intenté por primera vez en 2013-2014 con el Oculus Dev kit MK1
- Hice modificaciones al reproductor de vídeo 3D "Bino", corrigiendo el paralaje respecto a mis ojos.
- Conseguí unos dolores de cabeza tremendos, y visión doble
- Me rendí

Primer intento, motivos del fracaso

2014

- Oculus DK1:
 - 640 × 800 píxeles por ojo
 - 60fps
- Sin implementación libre de entorno de ejecución de VR
- Sin motores de juego 3D libres (Godot se acababa de publicar)
- Sin tiempo para el proyecto

Segundo intento

2021-2022

- HP Reverb G1:
 - 2160 x 2160 píxeles por ojo
 - 90fps
- Implementación libre del estándar OpenXR: Monado
- Motor de videojuegos 3D libre: Godot + Godot OpenXR
- Tiempo libre!

Hackeando Godot

- No soy desarrollador de videojuegos, o programador de OpenGL
- Godot es un motor de juegos excelente que se hace cargo de todos los detalles de bajo nivel, por lo que no se necesitan conocimientos de OpenGL
- Proporciona un motor de física, primitivas de modelado y mucho más
- Godot OpenXR es un plugin para implementar la integración con VR
- Se programa en GDScript, que se parece mucho a Python
- Muchos materiales libres, ejemplos y tutoriales



Application



OpenXR runtime



3D drivers



Limitaciones de Godot OpenXR

- El objetivo es personalizar, para cada ojo:
 - El paralaje
 - La distancia inter-pupilar
 - Máscara de oclusión (*culling*), qué objetos se muestran a cada ojo
 - Corrección de imagen (brillo, contraste, desenfoque)
- Godot representa el dispositivo VR como una única cámara
- No hay acceso a la proyección de la cámara de cada ojo

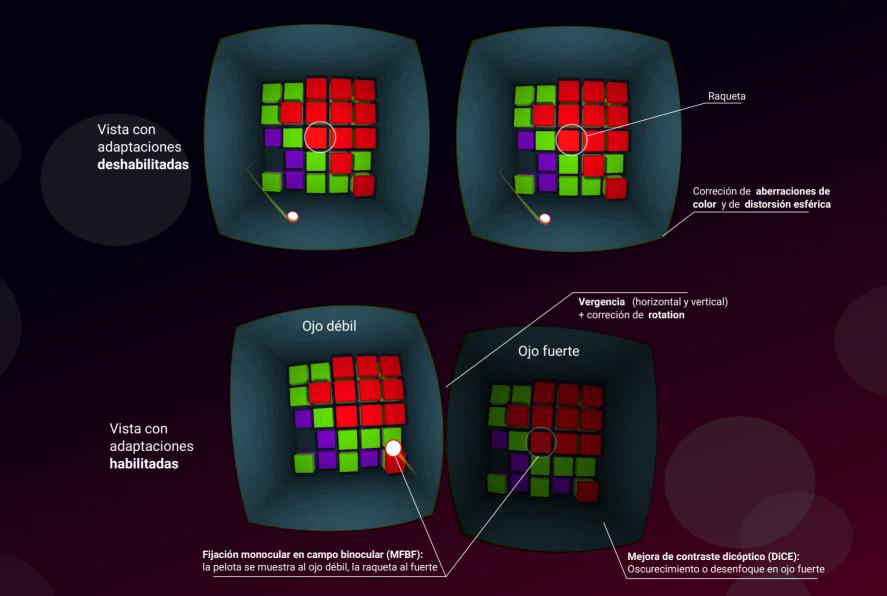
Construí un dispositivo de VR virtual...

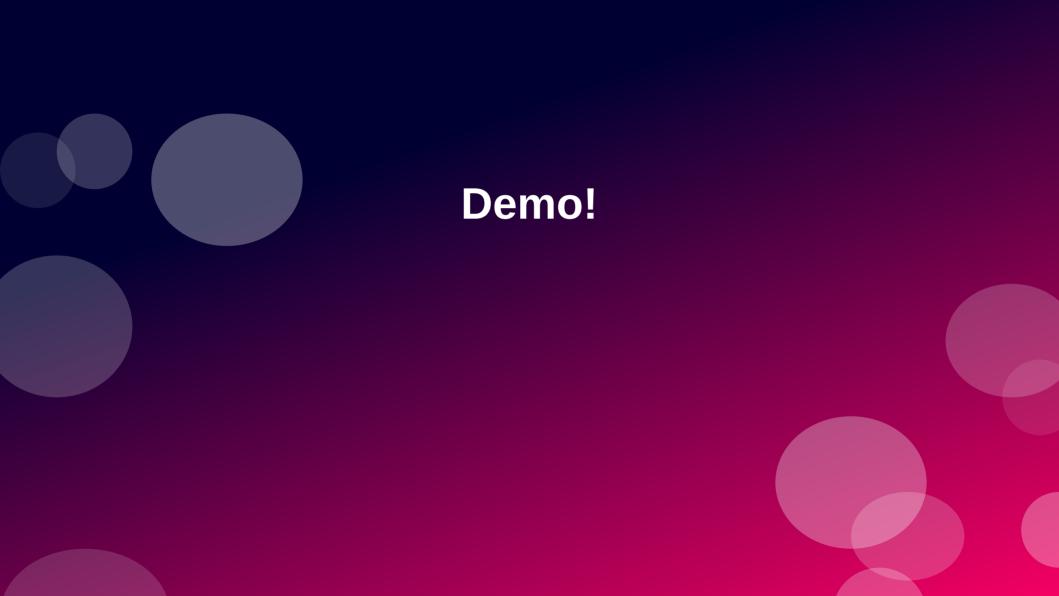


- Dos pantallas virtuales colocadas delante de las cámaras internas del juego
 - Permite la corrección de paralaje en 3 ejes de rotación
 - Máscaras de oclusión independientes
 - Control de brillo, contraste y desenfoque para cada ojo
- No es muy eficiente
 - Suficiente para los requerimientos de los juegos de terapia visual

He desarrollado dos aplicaciones de momento

- Reproductor de cine 3D
 - Reproduce vídeos estereoscópicos "lado a lado" convencionales
 - Basado en FFmpeg, reproduce casi cualquier formato
 - Proyecta la imagen en una pantalla de cine virtual
- Videojuego estilo "Breakout"
 - Se mueve la raqueta con la posición de la cabeza
 - Entrenamiento Dicóptico y Sistema de mejora de contraste (DiCE)





Planes de futuro

- Colaborar con optometristas del comportamiento
 - Validar la metodología
- Más juegos
 - Juegos de detección de la profundidad
 - Juegos de navegación 3D
- Mejorar la interfaz
 - Proporcionar sistema de calibración y análisis de progreso
- Portar a Godot 4 (estado alpha)

Preguntas

- Gracias!
- Contacto: ruben@gnu.org o ruben@trisquel.org
- Demos disponibles en: https://gitlab.trisquel.org/vr