

Integración de un Entorno Visual para Visión Protésica

Maria Peribañez-Tafalla, Ruben Martinez-Cantin

¹ Afiliación: Grupo de Robótica, Visión por computador e Inteligencia Artificial (RoPeRT)
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.
Tel. +34-976762707, e-mail: 817857@unizar.es

Resumen

Estudios recientes demuestran la eficacia de la visión por computador para prótesis visuales. Se presenta un simulador de visión protésica en VR con modelo temporal y captura en tiempo real. Se evalúa su eficacia en búsqueda y detección de objetos, analizando el impacto del campo visual y del modelo temporal.

Introducción

Las prótesis visuales restauran la visión mediante estimulación eléctrica de la retina, generando señales neuronales que se interpretan como puntos de luz denominados fosfenos. Los estudios con prótesis visuales requieren ensayos clínicos prolongados y el acceso a un número muy limitado de pacientes implantados, lo que dificulta la investigación. Como alternativa, se emplea la Simulación de Visión Protésica (SVP), que reproduce las características del implante real y la apariencia de los fosfenos. Estas simulaciones abordan aspectos como la apariencia, el mapa, el procesamiento y el renderizado de fosfenos, tal como se muestra en la Figura 1A.

En este proyecto se integran dos simuladores desarrollados en la Universidad de Zaragoza: un simulador con modelo temporal [1], que incorpora los efectos dinámicos del encendido y apagado de los fosfenos en la percepción visual, y otro que permite la visualización en tiempo real a través de gafas de realidad virtual (VR) con cámaras [2], lo que posibilita la interacción directa del usuario con el entorno real.

Método

Se ha evaluado cómo influyen el campo de visión y un modelo temporal en tareas de búsqueda y reconocimiento de objetos, usando un simulador de percepción visual en realidad virtual con gafas HTC Vive Pro.

Los experimentos se llevaron a cabo en la Universidad de Zaragoza. Se presentó a doce sujetos utilizando diferentes condiciones de estímulo basadas en dos campos de visión (FOV teórico y FOV experimental) y dos modos de visión (con temporal y sin temporal), como se puede ver en la Figura 1B.

Los participantes tenían que buscar, reconocer y palpar un objeto colocado encima de la mesa como una botella, estuche, rotulador... (Ver Figura 1C) Se tomó en cuenta tanto la correcta identificación del objeto como el tiempo transcurrido hasta el palpado de este, con condiciones y objetos aleatorizados para cada sujeto.

Resultados

Los resultados del experimento muestran tanto la proporción de objetos correctamente identificados como el tiempo necesario para ello en distintos escenarios. Se observa que el número de identificaciones es igual (5 objetos) para el FOV teórico y el experimental sin modelo temporal, lo que sugiere una capacidad comparable para reconocer objetos. Sin embargo, al añadir el modelo temporal al FOV experimental, el número de objetos reconocidos aumenta ligeramente, pasando de 5 a 6, lo que indica un posible beneficio de este componente en la detección en entornos reales.

El análisis de la matriz de confusión -Figura 2A-, revela qué objetos fueron más difíciles de identificar correctamente y cuáles se confundieron con mayor frecuencia. Por ejemplo, objetos como el rotulador y el estuche presentaron más errores, mientras que el ratón fue confundido en varias ocasiones, posiblemente por su color oscuro que contrasta con la mesa clara.

En cuanto al tiempo de identificación, en la Figura 2B, los diagramas de caja muestran que no hay diferencias relevantes entre el FOV teórico y el experimental sin modelo temporal. Sin embargo, al incorporar el componente temporal, el tiempo medio

de identificación aumenta de forma significativa, como lo confirma un contraste de hipótesis ($p =$

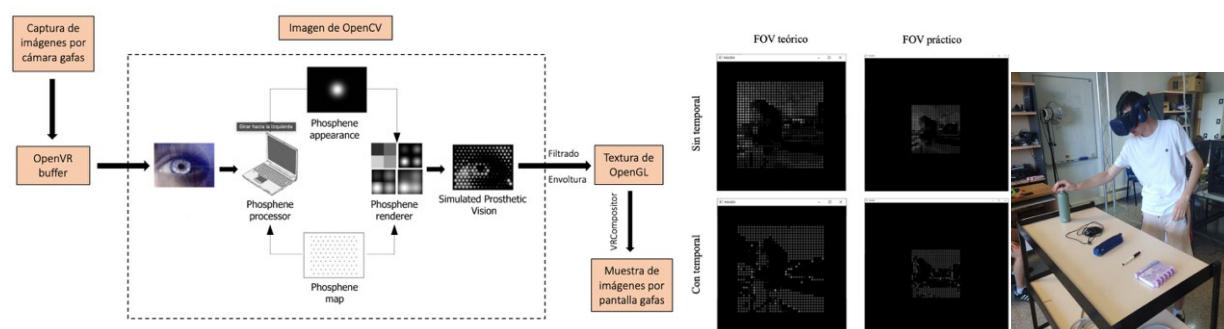


Figura 1. A) Esquema del proceso desde la captura de imagen por las cámaras de las gafas a su muestra por las pantallas de estas. El procesamiento en OpenCV consiste en un modelo visual de fosfenos. Primero, se filtra la imagen original mediante el procesador de fosfenos y se convierte según la apariencia y el mapa seleccionados. La salida se visualiza en el renderizador de fosfenos, produciendo la visión protésica simulada final [3]. B) Condiciones de estímulo en el experimento. Columnas: diferentes campos de vision. Filas: diferentes modos de visión. C) Experimento en curso.

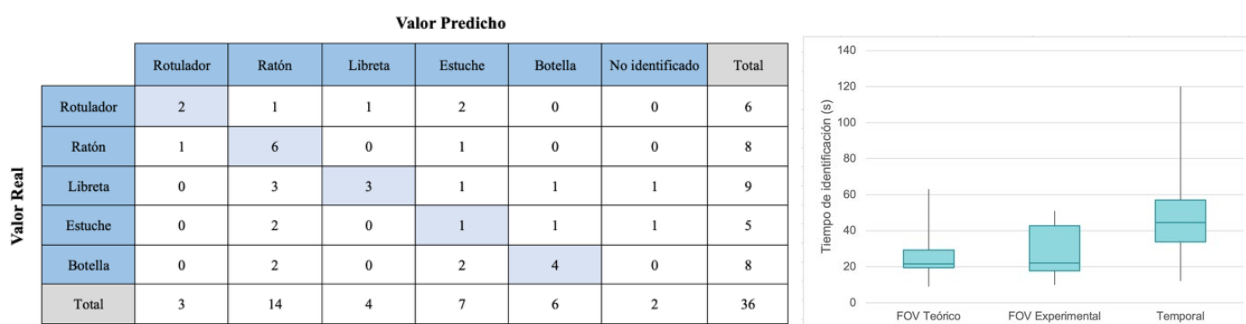


Figura 2. A) Matriz de confusión para los objetos utilizados en el experimento. B) Diagrama de caja de los tiempos de identificación de objetos en cada uno de los casos.

0,030). Aunque este incremento puede parecer contradictorio, también se observa una mayor variabilidad en los tiempos con el modelo temporal, lo que sugiere que, si bien mejora la detección, también puede dificultar el proceso de identificación.

Conclusiones

En conclusión, se ha desarrollado un sistema virtual de prótesis visuales integrando dos simuladores previos de la Universidad de Zaragoza. El nuevo sistema transforma imágenes captadas por gafas VR (HTC Vive Pro) en representaciones fosfenizadas e incorpora un modelo temporal para mayor realismo.

Se ha analizado la influencia del campo de visión y del modelo temporal en el simulador de visión protésica mediante la experimentación con sujetos sanos. Estos muestran que la precisión en la identificación de objetos y el tiempo de respuesta son similares cuando se varía el campo de visión. Sin embargo, al incorporar el componente temporal se consigue una ligera mejora en la capacidad de

detección a costa de un aumento significativo de el tiempo de identificación.

En futuras líneas, se va a integrar al simulador los métodos de inteligencia artificial, aprendizaje automático y visión por computador desarrollados por el grupo de Robótica, Percepción y Tiempo Real de la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS

- [1]. BARBA, J.T.; YUS, A.P.; CAMEO, J.B.; GUERRERO, J.J., *Enhancing Realism in Simulated Prosthetic Vision by Introducing Temporal Models*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2023. Jornada de Jóvenes Investigadores del I3A 12.
- [2]. ESTEPA RAMOS, Violeta. Creación de un entorno visual de visión protésica. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2020. Trabajo fin de máster.
- [3]. SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; MARTÍNEZ-CANTÍN, R.; BERMÚDEZ-CAMEO, J.; GUERRERO, J.J., Influence of field of view in visual prostheses design: Analysis with a VR system. *Journal of Neural Engineering*, 2020, vol. 17, n.º 5, artículo 056002. ISSN 1741-2552. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aba610>

